# SolidWorks上机实践经典40例

李震◎主编



附赠1CD光盘



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

VISIT…

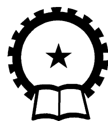
LANZAROTE
Caliente.com

# SolidWorks 上机实践经典 40 例


主　编　李　震

副主编　张鑫宇　董瑞红

参　编　韩靖芳　韩云霞


机 械 工 业 出 版 社

本书通过40个实例对SolidWorks软件的草图、特征、综合造型、装配体、工程图、运动模拟与分析作出全面详细的讲解。每一个实例都有详尽的操作步骤同时配合操作视屏截图，相当于手把手的助学资料，可以解决学习时“眼高手低”的现状，实例的选择尽量同机械或近机械专业的前序课程相结合，使读者有亲近感容易接受。随书光盘有每一实例的模型供读者参考。

本书的特点是由浅入深、点面结合、掌握功能、注重技巧、有较强的目的性和实用性，适合有一点基础又需要大力提高的读者。可以作为高校机械专业上机实践的教程，也适合作为广大工程技术人员自学的参考书。

**图书在版编目（CIP）数据**

SolidWorks上机实践经典40例/李震主编.—北京：机械工业出版社，2014.6
ISBN 978-7-111-46352-8

Ⅰ.①S…　Ⅱ.①李…　Ⅲ.①计算机辅助设计－应用软件　Ⅳ.①TP391.72

中国版本图书馆CIP数据核字（2014）第066517号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号　邮政编码100037）
策划编辑：黄丽梅　责任编辑：黄丽梅　杨明远
版式设计：赵颖喆　责任校对：闫玥红
封面设计：马精明　责任印制：李　洋
三河市宏达印刷有限公司印刷
2014年6月第1版第1次印刷
169mm×239mm·9.5印张·166千字
0001—3000册
标准书号：ISBN 978-7-111-46352-8
　　　　　ISBN 978-7-89405-349-7（光盘）
定价：32.00元（含1CD）

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务
社服务中心:(010)88361066
销售一部:(010)68326294
销售二部:(010)88379649
读者购书热线:(010)88379203

网络服务
策划编辑电话:(010)88379770
教材网:http://www.cmpedu.com
机工官网:http://www.cmpbook.com
机工官博:http://weibo.com/cmp1952
**封面无防伪标均为盗版**

# 前 言

SolidWorks 软件是世界上第一个基于 Windows 开发的三维 CAD 系统，其简洁明快的设计风格，使大多数初学三维软件的读者“爱不释手”，在全球软件市场拥有众多用户，每年一版的速度，体现了公司的创新与活力，界面在融合最新软件技术的同时，也考虑到使用老版本的用户，最大限度地体现老用户体验新功能。SolidWorks 软件提供了先进的技术工具，使得用户通过互联网进行协同工作。

三维 CAD 是近年来各高等学校机械制造及其自动化为适应制造业信息化开设的新型课程，同时该课程最能直接体现计算机图形学、数据库、网络通信等计算机及其他领域知识于一体的高新技术；该课程所涉及的技术也是提高设计水平、缩短产品开发周期、增强行业竞争能力的一项关键技术，故非机械专业的技术人员和学生根据各自的专业特点也大量使用。

本书通过 40 个实例的编写，使读者通过具体的案例剖析与实践，身临其境地体会 SolidWorks 的优秀造型性能，体验其强大的功能，从三维建模到装配体装配，再到动力分析模拟和结构优化，同一般的产品设计流程相统一，体现编者希望读者从实践走向应用，从工具的应用到能力的培养，可谓用心良苦。

本书虽然按实例编排，但也符合软件的自身逻辑。全书共分 6 章，第 1 章草图实例，第 2 章特征造型实例，第 3 章综合造型实例，第 4 章装配体实例，第 5 章工程图实例，第 6 章运动模拟与分析实例。纵观全书内容，由浅入深，由表及里，图文并茂。读者可以循序渐进，随学随用，手脑并用，符合教育学的学习规律。

参加编写人员有：李震（第 3 章和第 6 章）、董瑞红（第 1 章）、张鑫宇（第 2 章）、韩靖芳（第 4 章）、韩云霞（第 5 章）。本书由李震担任主编，张鑫宇和董瑞红任副主编，由于写作的时间过于仓促，难免有疏漏错误之处，恳请广大读者与同行批评指正。

本书受到内蒙古科技大学教材基金的赞助，在此表示衷心的感谢。

编　者

# 目　录

前言

第 1 章　草图 …… 1

1.1　五角星绘制 …… 1
1.2　棘轮图形 …… 3
1.3　环绕节 …… 4
1.4　编辑方程式 …… 6
1.5　用草图制作动画 …… 10
1.6　利用添加几何关系求解几何问题实例 …… 11
1.7　方程式驱动的曲线 …… 14

第 2 章　特征 …… 17

2.1　拉伸实例 1——棘轮 …… 17
2.2　拉伸实例 2——轴 …… 18
2.3　倒圆角实例——球 …… 23
2.4　变半径圆角实例——盒子 …… 24
2.5　旋转成型实例——手轮 …… 29
2.6　反侧切除拉伸实例 …… 33
2.7　扫描实例——圆柱弹簧 …… 35
2.8　扫描切除实例——螺栓 …… 37
2.9　放样实例——牛奶杯 …… 42
2.10　放样切除实例 …… 44
2.11　随形阵列实例 …… 47
2.12　曲线驱动的阵列实例 …… 48
2.13　草图驱动的阵列实例 …… 50
2.14　包覆特征实例——旋转楼梯 …… 53
2.15　表格驱动方法生成多个配置 …… 55
2.16　压弯实例——麻花钻 …… 57

**第 3 章　综合造型** …… **60**

3.1　渐开线直齿圆柱齿轮造型 …… 60
3.2　渐开线斜齿圆柱齿轮造型 …… 63
3.3　轮胎的造型 …… 66
3.4　篮球网造型 …… 73
3.5　减速器上箱体设计 …… 77
3.6　电风扇叶片设计 …… 87
3.7　消失面的制作 …… 91
3.8　篮球的制作 …… 96

**第 4 章　装配体** …… **99**

4.1　轴承 6315 装配 …… 99
4.2　制动轮装配 …… 102
4.3　装配体生成模具 …… 105

**第 5 章　工程图** …… **108**

5.1　端盖工程图 …… 108
5.2　阀杆工程图 …… 112

**第 6 章　运动模拟与分析** …… **117**

6.1　曲柄摇杆机构运动分析 …… 117
6.2　曲柄滑块机构运动分析 …… 123
6.3　曲柄摇杆机构连杆上的点轨迹跟踪 …… 130
6.4　梁的优化和分析 …… 138

**参考文献** …… **143**

# 第 1 章　草　图



## 1.1　五角星绘制

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（2）单击前视基准面→选择正视→开始绘制草图→绘制正多边形，选择内切圆心在原点，同时在圆的直径处输入 60mm，确定后得到内切圆半径为 30mm 的正五边形，如图 1-1 所示。

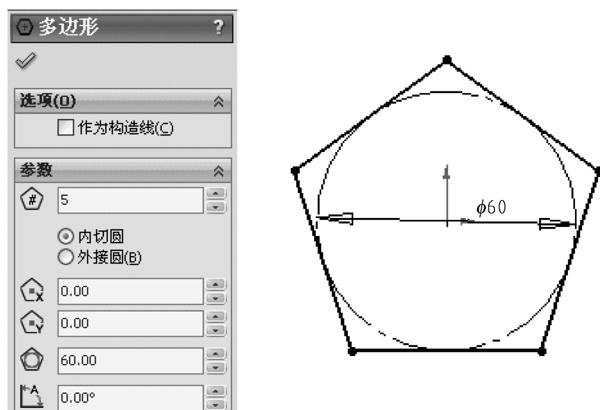



图 1-1　绘制正五边形与内切圆

（3）单击草图工具栏中的画圆工具，以原点为圆心，圆的半径为 110mm。

（4）在草图工具栏中单击草图延伸工具。此时鼠标指针变为。移动鼠标指针到多边形的一边线上，系统将及时显示红色引导线来指导用户延伸到哪一方向的线段，同时指示线段只能延伸到圆边线上。单击鼠标左键完成直线的延伸，如图 1-2 所示。

（5）依次单击五边形的各个边线，完成边线的延伸，如图 1-3 所示。

（6）在草图工具栏中单击剪裁实体工具，此时左侧弹出“剪裁”属性管理器，在该属性管理器“选项”一栏中选择“强劲剪裁”，如图 1-4 所示，然后按住鼠标左键在五边形后延伸的交点外侧移动，结果交点以外的线就自动剪裁，如图 1-5 所示，如此反复一周可以全部剪裁。

（7）在草图工具栏中单击剪裁实体工具，此时左侧弹出“剪裁”属性管理器，在该属性管理器“选项”一栏中选择“在内剪除”，如图 1-6 所示。

（8）移动鼠标先选取剪裁的边界，再选需要剪裁的部分，如图 1-7 所示。

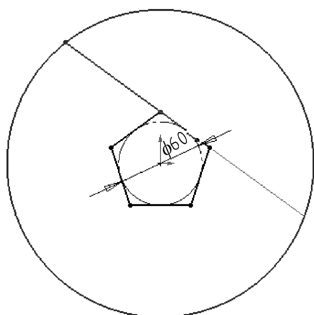



图 1-2　显示直线的延伸

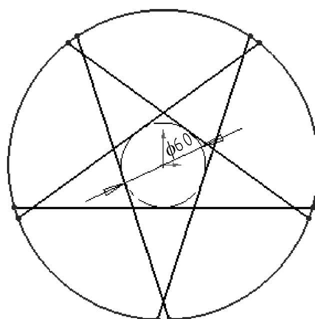



图 1-3　显示全部延伸到圆

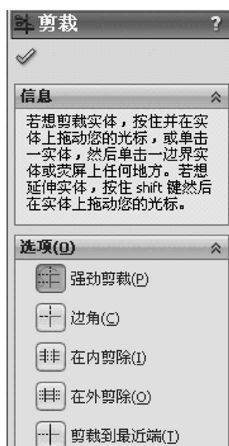



图 1-4　强劲剪裁

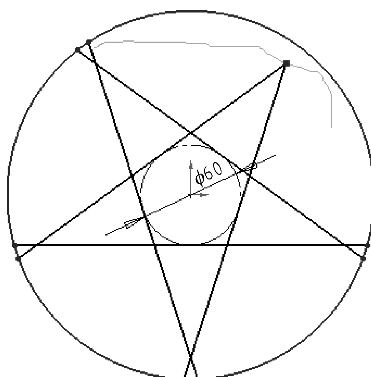



图 1-5　剪裁示意图

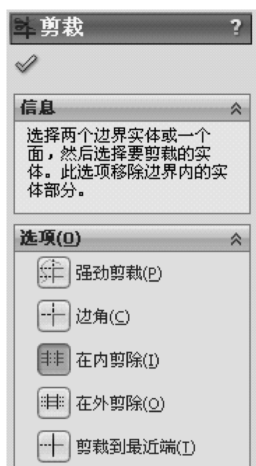



图 1-6　“剪裁”属性管理器

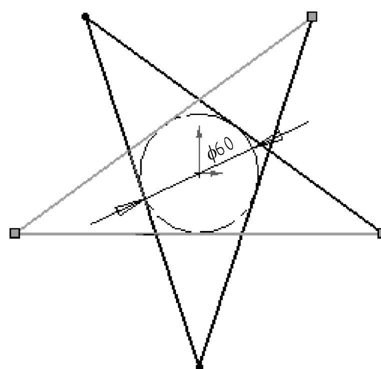



图 1-7　剪裁线段

（9）用同样的方法，依次将不需要的线段剪除掉，最终结果如图 1-8 所示。

## 1.2　棘轮图形

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（2）在特征管理器中选择“前视基准面”，如图 1-9 所示。单击草图绘制按钮，进入草图绘制，准备绘制如图 1-10 所示棘轮平面图形。

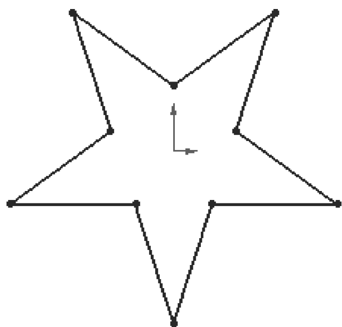


图 1-8　五角星

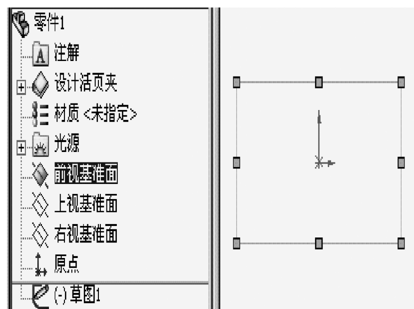



图 1-9　选择“前视基准面”

（3）绘制草图。

1）单击“圆”按钮，绘制圆心在原点、半径为 38mm 的圆。

2）画完圆后，不要退出画圆命令，此时圆的轮廓和圆心点呈草绿色，单击“构造几何线”按钮。

3）单击“中心线”按钮绘制互相垂直的中心线，一定要互相垂直，交点通过原点（此时通过选项栏激活捕捉命令）。

4）单击“直线”按钮，过圆心作与水平直径成 45°角的直线，如图 1-11 所示。

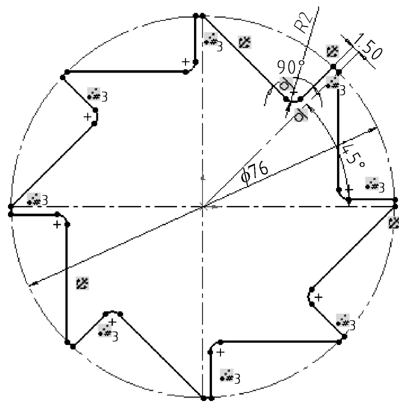



图 1-10　棘轮平面图形

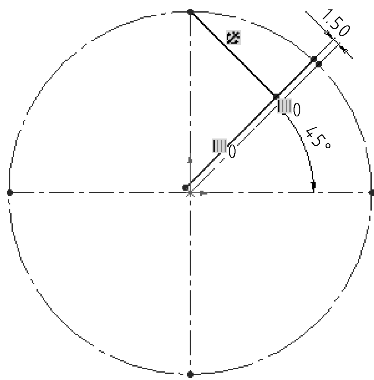



图 1-11　草图

5）单击选择“等距实体命令”按钮，选择正确的方向（如果偏移方向不正确，选择反向），偏移距离输入1.5mm，如图1-12所示。

6）过竖直方向直径与圆的交点，做上一步所得直线的垂线。

7）用鼠标左键单击步骤6）得到的直线，同时弹出如图1-13所示的对话框，选择固定。




图1-12　等距实体

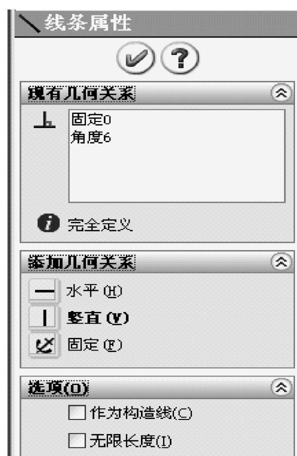



图1-13　线条属性对话框

8）单击“倒圆角命令”按钮，把上两步直线的交点处倒 $R=2$mm 的圆角。

9）用剪切命令剪切多余的线条，并画出标注1.5mm处的直线。

10）选择一个齿槽的全部线条，然后用阵列命令阵列其余的齿槽。

最后，把呈草绿色的竖直直线固定，可以得到完全定义的草图，如图1-14所示。

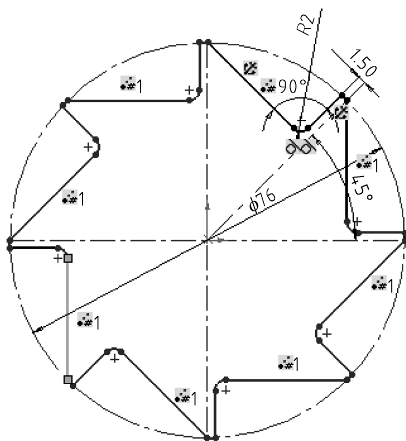



图1-14　阵列齿槽

## 1.3　环绕节

绘制如图1-15所示的草图。本例的绘制方法有多种，仔细分析就会发现，灵活地利用等距实体和圆周阵列是一种较为便捷的方法。

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（2）单击 前视基准面→“正视” →“开始绘制草图” →过原点画竖直向上的点画线，长度为14mm，再画过原点的水平线。利用等距实体把水平线向下偏移2mm，竖直线向右偏移2mm，利用延伸实

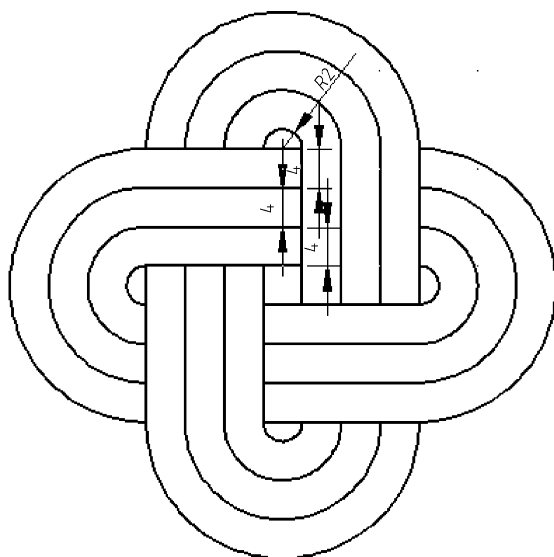



图 1-15 环绕节草图

体命令使它们在右下侧相交，同时画一个半径为 2mm 且与竖直线相切的圆，如图 1-16所示。

（3）利用“剪裁实体” 选项中的剪裁到最近端方式，通过剪裁和标注尺寸得到如图 1-17 所示的偏移前的草图。

（4）利用窗口选中图 1-17 的全部后，单击“等距实体”，偏移距离为 4mm，然后单击确定，依次操作三次得到如图 1-18 所示的切线弧草图偏移过程图。

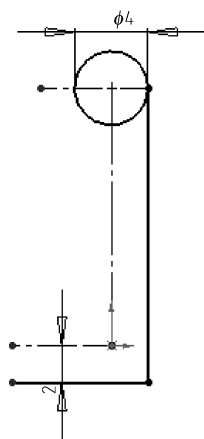



图 1-16 草图

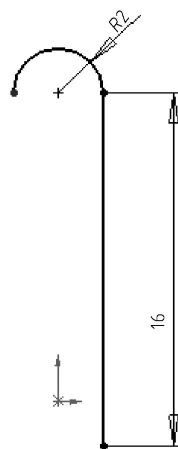



图 1-17 偏移前的草图

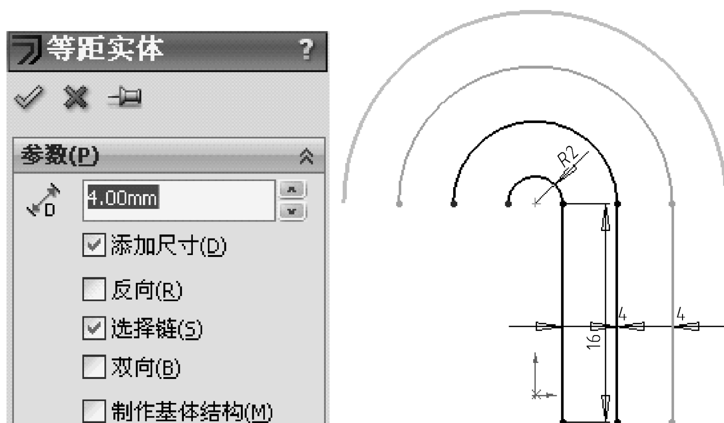



图 1-18　切线弧草图偏移过程图

（5）单击草图圆周阵列，阵列对象为图 1-18 的全部，阵列中心为系统默认的原点，坐标为（0，0）无需改动，选中“等间距”，然后单击确定，得到如图 1-19 所示的环绕节草图。

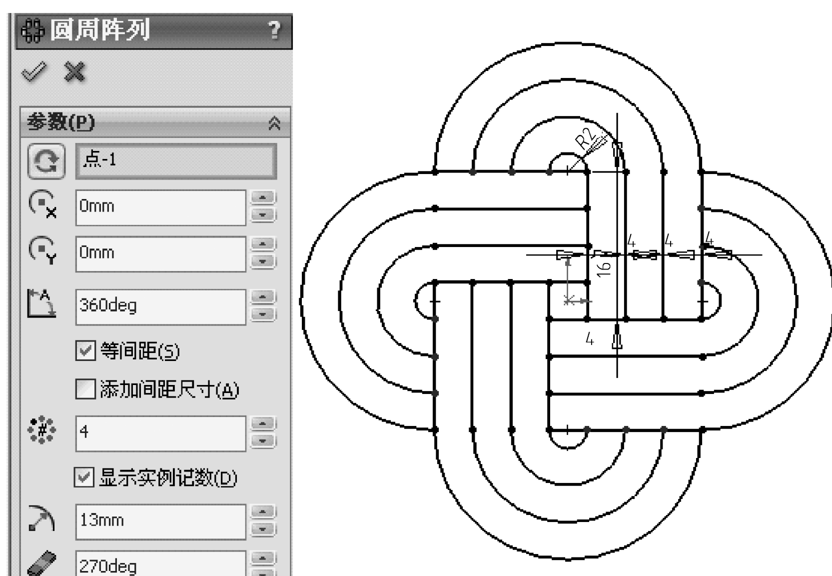



图 1-19　阵列后得到的环绕节草图

## 1.4　编辑方程式

草图的编辑方程式功能可以建立方程式，使其他尺寸与其中的一个尺寸建立内在的联系，例如：某两个尺寸 A 和 B，A = 2 * B，草图尺寸 B = 20mm，此时 A = 40mm，如果修改 B = 35mm，那么 A 就自动变为 70mm，保持 A = 2 * B 表达式

不变。下面通过具体的例子说明。

（1）对软件的系统环境进行设置。单击主菜单上的“视图”→单击显示尺寸名称（如果已打开可以忽略此步），图1-20所示为已经打开显示尺寸名称。

（2）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（3）单击前视基准面→→→，绘制草图圆，画圆心在坐标原点、半径为50mm的圆，利用“智能尺寸”标注直径为100mm，然后再画一个直径为 $\phi$70mm与 $\phi$100mm的同心圆，利用“智能尺寸”标注直径，单击鼠标左键选中 $\phi$70mm的圆，利用“构造几何线”命令使 $\phi$70mm圆的线型变成点画线的线型，如图1-21所示。




图1-20 显示尺寸名称图

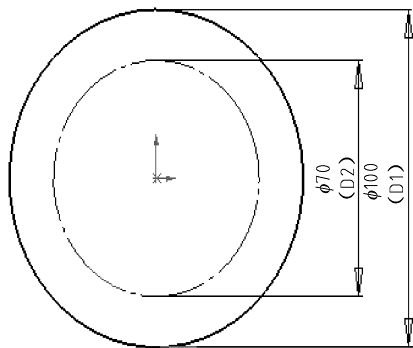



图1-21 同心圆

（4）把 $\phi$70mm圆作为螺栓孔中心线的分布圆，画沿圆周均匀布置的6个 $\phi$12的小圆，具体操作：先画一个，然后利用草图的圆周阵列功能画其余的5个，同时标注相邻小圆的角度为60°，然后通过加入几何限制条件，得到如图1-22所示的草图。

（5）单击菜单上的“工具”→“方程式”，弹出如图1-23所示的对话框，然后单击添加，出现添加方程式对话框后，选中草图的“D2”尺寸后，“D2@草图1”自动出现在添加对话框的编辑栏内，然后依次单击草图尺寸“D1”和“等号”、“乘号”、“除号”相应的数值（类似计算器操作），如图1-24所示。

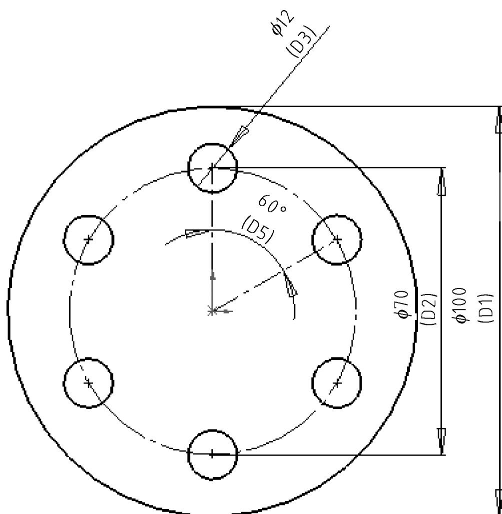



图 1-22　螺栓孔圆草图




图 1-23　方程式对话框




图 1-24　添加方程式过程图

（6）单击“确定”后，如图1-26所示，原来草图的“D2”尺寸前出现红色的求和符号“Σ”，再次单击添加编辑方程式重复类似于（5）的步骤得到“D3@草图1”=“(“D1@草图1”-“D2@草图1”)＊0.4”和方程式“D5@草图1”=“360/6”，至此方程式添加完毕，如图1-25所示。




图1-25　添加“确定”后图

（7）添加完毕后确定，仔细观察只有“D1”的尺寸前没有求和符号“Σ”，如图1-26所示，此时双击“D1”的尺寸，结果如图1-27所示，在弹出的尺寸框中填入150mm后单击✔确定。

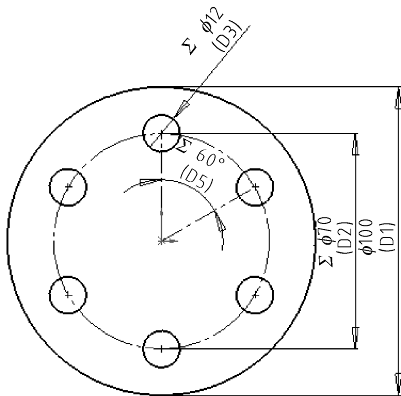



图1-26　“D1”和其他尺寸区别

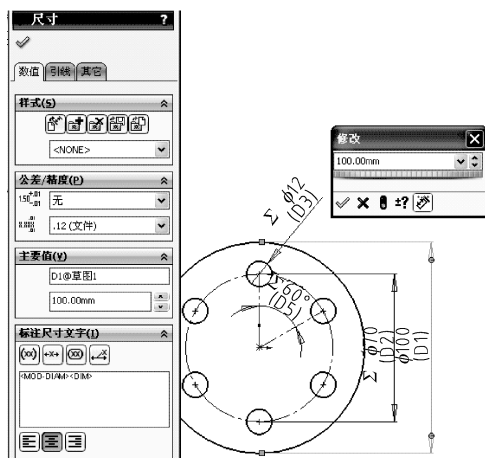



图1-27　改变“D1”的过程图

（8）最后得到“D1”=150mm时“D2”=105mm，“D3”=18mm，它们的尺寸是按照我们添加的方程式关系变化的，而孔的位置也按设计要求变化，结果如图1-28所示。

该方法也可以作为参数化简单零件的一种方法。

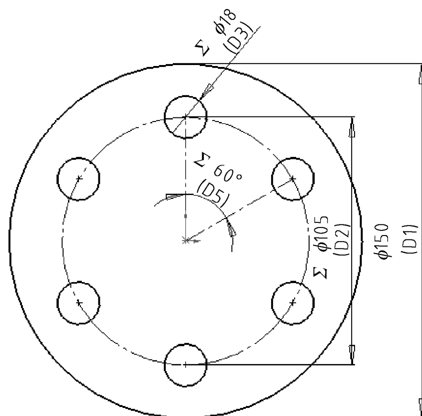



图 1-28　改变“D1”后“D2 和 D3”变化结果图

## 1.5　用草图制作动画

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（2）单击 前视基准面→→→，绘制一条直线，直线的一个端点在原点，长度为100mm，用加入限制条件固定，然后用鼠标左键选中该直线，单击鼠标右键，弹出如图 1-29 所示的制作块菜单，选中制作块，随后弹出制作块的属性管理器，如图 1-30 所示，单击“确定”图标按钮，制作成功后在特征树中显示

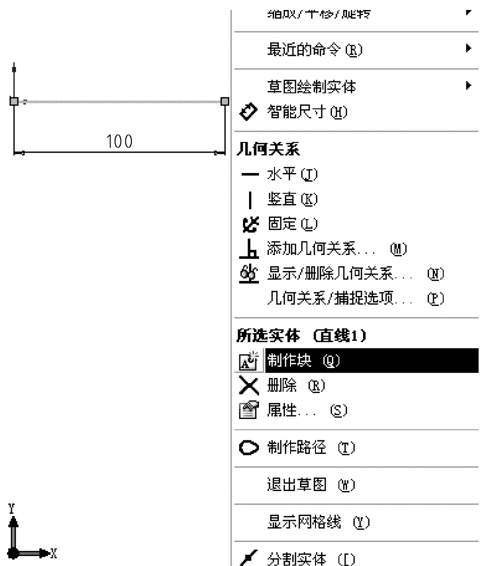



图 1-29　制作块菜单




图 1-30　制作块的属性管理器

如图1-31所示的“块1-1”。

（3）再利用绘制直线，直线的一端点在坐标原点（即和块1-1的直线端点重合），长度为40mm，重复（2）的直线制作块的过程，直到把40mm直线变成“块2-1”。

（4）再利用绘制直线，直线的一端点和“块2-1”直线的另一个端点重合；长度为80mm，重复（2）的直线制作块的过程，把这一直线变成“块3-1”。

（5）最后用直线把“块3-1”的非重合端点和“块1-1”右侧的端点相连，改变“块3-1”的角度，使这一直线变成长度为70mm，如图1-32所示，同时制作成“块4-1”。




图1-31　特征树

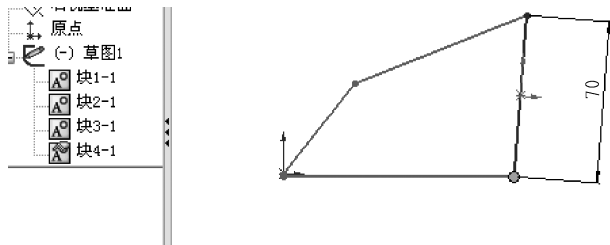



图1-32　块4-1直线

（6）在草图还是编辑的状态时，选择“块2-1”，即长度为40mm的直线，这时会弹出如图1-33所示的对话框，同时在坐标原点出现蓝色坐标系，把鼠标放在参数角度增大的方向上按住鼠标左键不动，你可以观察到角度连续增大，同时草图显示曲柄摇杆机构的动作过程（水平直线相当于机架，直线“块2-1”为曲柄，“块3-1”为连杆，“块4-1”为摇杆）。

## 1.6　利用添加几何关系求解几何问题实例

问题描述：如图1-34所示的三角形，ABC的边长为AB = 40mm，BC = 50mm，AC = 60mm，D点在AC上且AD = 15mm，F点在AB上，E点在BC上，EF∥AC且2FE = DF，求α的大小是多少度？

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（2）单击 前视基准面→→→，绘制一条通过原点长度为60mm的水平直线，再以直线的两个端点为圆心，以长度40mm和50mm为半径画圆，分别进行标注得到如图1-35所示的图形。

（3）再单击剪裁实体命令弹出剪裁对话框，从选项中选择强劲剪裁，

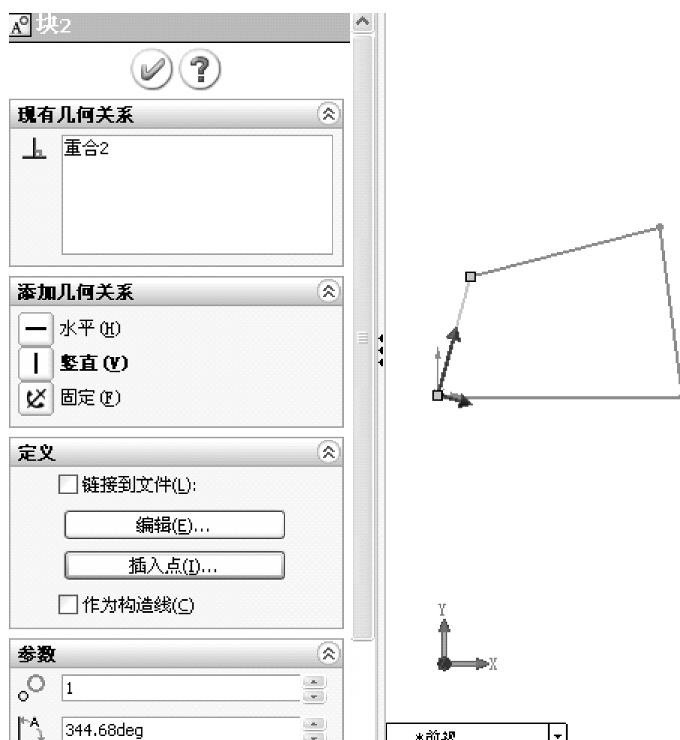



图 1-33　曲柄动作操作菜单

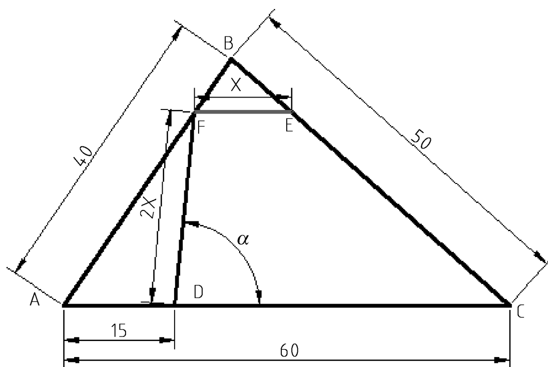



图 1-34　三角形

按住鼠标左键从 C 点的左侧经过 $\phi$80mm 的圆周部分，再从 C 点的右侧经过 $\phi$100mm 的圆周部分，然后松开鼠标左键，两个圆周被剪裁掉，如图 1-36 所示。

（4）重复上一步的剪裁过程，将所有的圆弧及其标注剪裁掉，然后用智能尺寸标注 AC 和 BC，如图 1-37 所示。

（5）单击画直线命令，画直线的端点分别在 AB、AC 和 BC 上，同时利用

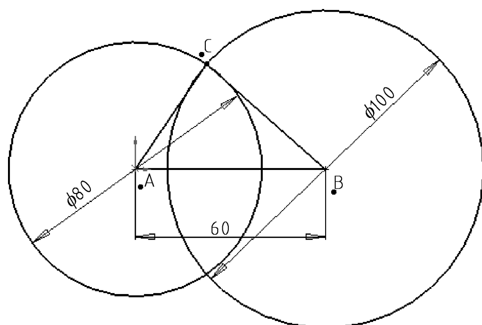



图 1-35 符合三边长的三角形草图



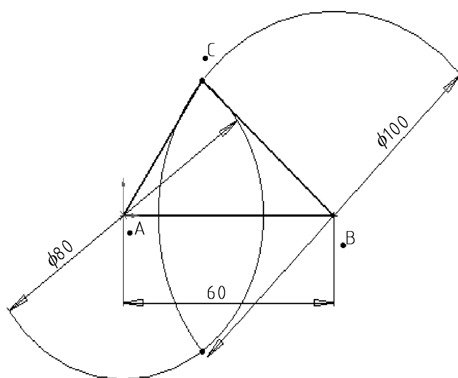




图 1-36 剪裁对话框和剪裁结果图

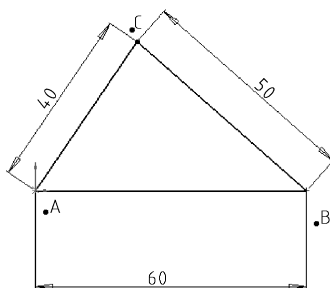



图 1-37 三角形图

智能尺寸标注 AD = 15mm，单击添加几何关系，按住 Ctrl 键选中 AC 和 EF，从属性管理器中选中平行关系，如图 1-38 所示。

（6）单击画圆命令，以 DF 为直径画圆，然后再以 F 点为圆心，FE 长为半径画圆，利用添加几何关系使刚才画的这两个圆相等，具体操作同上一步类似，如图 1-39 所示。

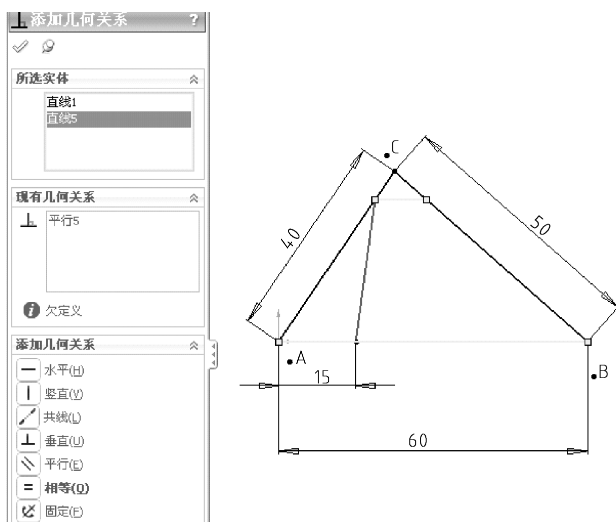



图 1-38　添加平行几何关系图

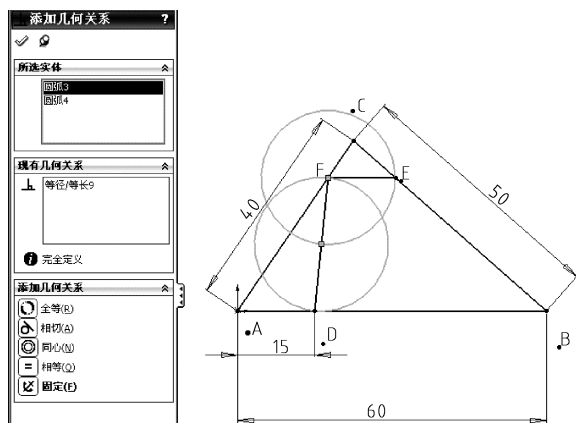



图 1-39　添加圆相等的几何关系图

（7）单击确定，退出添加几何关系命令，利用智能尺寸标注，可以知道 $\alpha$ 角度为 84.22°，如图 1-40 所示。

## 1.7　方程式驱动的曲线

**1. 问题 1：利用软件方程式驱动的曲线功能画出抛物线 $Y=2X^2$（$-5\leqslant X\leqslant 5$）**

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（2）单击 前视基准面→→→，从弹出的菜单中选择方程式驱动的曲线这一项，如图 1-41 所示，随即弹出方程式驱动的曲线属性管理器，如图 1-42 所示，在方程式类型中选择显性，方程式中填入 2 * x^2，再在参数 $X_1$ 后填入 −5；$X_2$

后填入5，单击确定，生成如图1-43所示的抛物线的一部分。

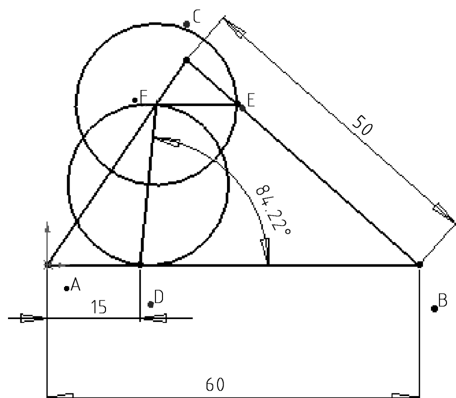



图1-40 求解结果图

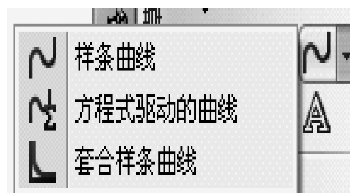



图1-41 弹出菜单选择图

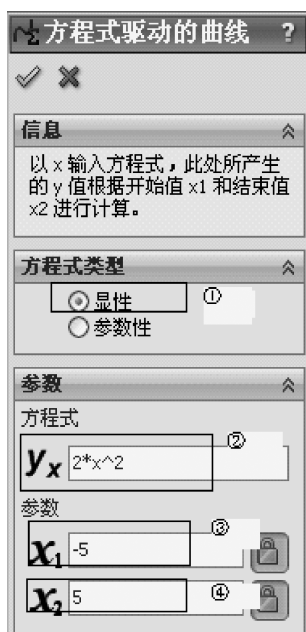



图1-42 填入格式图

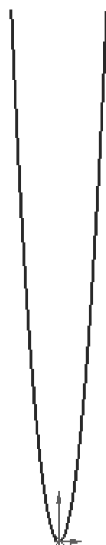


图1-43 抛物线结果图

**2. 问题2：利用软件的方程式驱动的曲线功能画出摆线** $Y=3(1-\cos t)$，$X=3(t-\cos t)$ $(0\leqslant t\leqslant 2\pi)$ **的一拱**

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（2）单击 前视基准面→→→，从弹出的菜单中选择方程式驱动的曲线这一项，随即弹出方程式驱动的曲线属性管理器，如图1-44所示，在方程式类

型中选择参数性，方程式中 $X_t$ 后填入 3＊（$t-\sin(t)$）；$Y_t$ 后填入 3＊（$1-\cos(t)$），再在 $t_1$ 后填入 0；$t_2$ 后填入 6.28，单击✔确定，生成如图 1-45 所示的摆线的一拱。




图 1-44　参数方程输入图



图 1-45　一拱摆线结果图

# 第 2 章　特　征



## 2.1　拉伸实例 1——棘轮

利用第 1 章的第二个棘轮草图实例，通过凸台-拉伸/拉伸-切除得到如图 2-1 所示的棘轮实体图。

（1）绘制如图 1-14 所示的草图后（具体过程见 1.2 节），单击拉伸图标按钮，如图 2-2 所示。

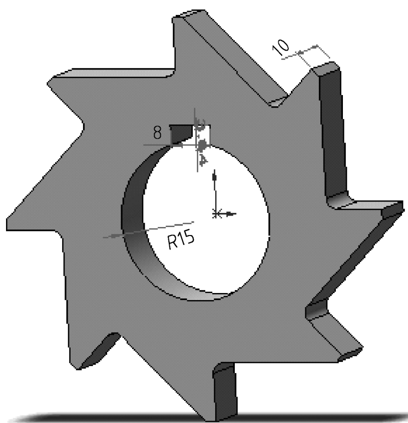



图 2-1　棘轮实体图

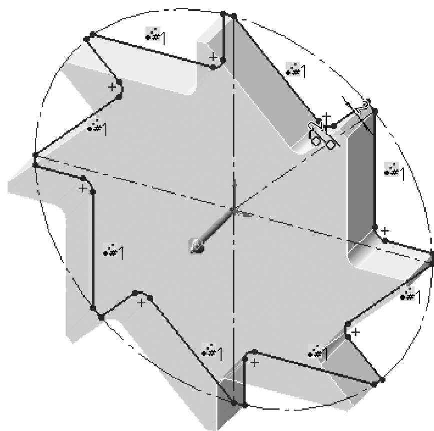


图 2-2　拉伸预览状态

（2）在拉伸对话框方向 1 的深度中输入 10mm，如图 2-3 所示，单击图标按钮。

（3）在上一步得到的棘轮模型中单击前视→单击棘轮前面的面，此时选中的面变为绿色→单击绘制草图按钮，此时坐标中心处的标志增加红色坐标标识→绘制圆心为当前坐标原点，（即红色坐标原点）、半径为 15mm 的圆，利用中心线按钮，绘制过圆心且互相垂直的中心线，利用等距偏移实体命令，绘制出宽度为 8mm、深度为 3.3mm 的键槽，然后用延伸实体命令，得到如图 2-4 所示的草图后，剪裁实体命令剪裁多余的线条得到合格的草图。

（4）单击“切除-拉伸”按钮，在“切除-拉伸”对话框中选择完全贯穿，如图 2-5 所示，单击图标按钮，得到如图 2-6 所示的棘轮三维图。




图 2-3　拉伸对话框

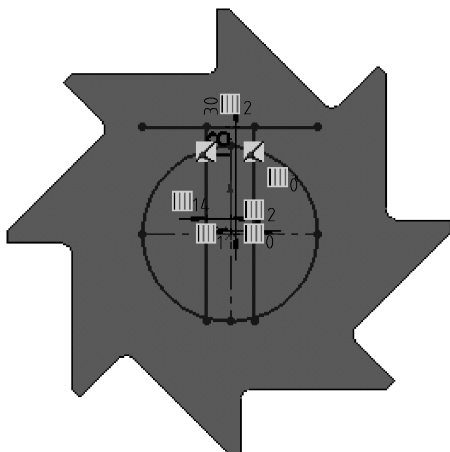


图 2-4　轴孔草图




图 2-5　切除-拉伸对话框

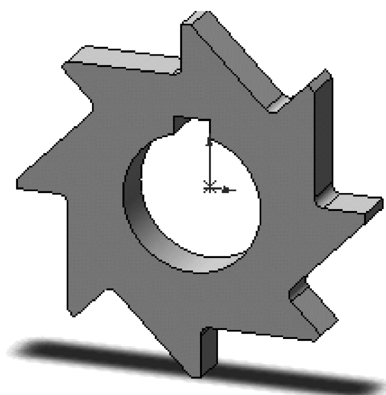


图 2-6　棘轮三维图

## 2.2　拉伸实例 2——轴

分析如图 2-7 所示的轴的具体结构，可以用旋转成型然后切除倒角和键槽，也可以用分段拉伸然后切除倒角和键槽，这里我们采用第二种方法。

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（2）单击 前视基准面 → → → ，绘制草图圆，画圆心在坐标原点，半径为 6mm 的圆，然后单击退出草图绘制。单击特征拉伸命令，在特征属性对话框中的深度填入 13mm，然后选择拉伸圆柱的一个端面作为新草图平面后，单击，画圆心在坐标原点，半径为 5mm 的圆，然后单击退出草图绘制。单击

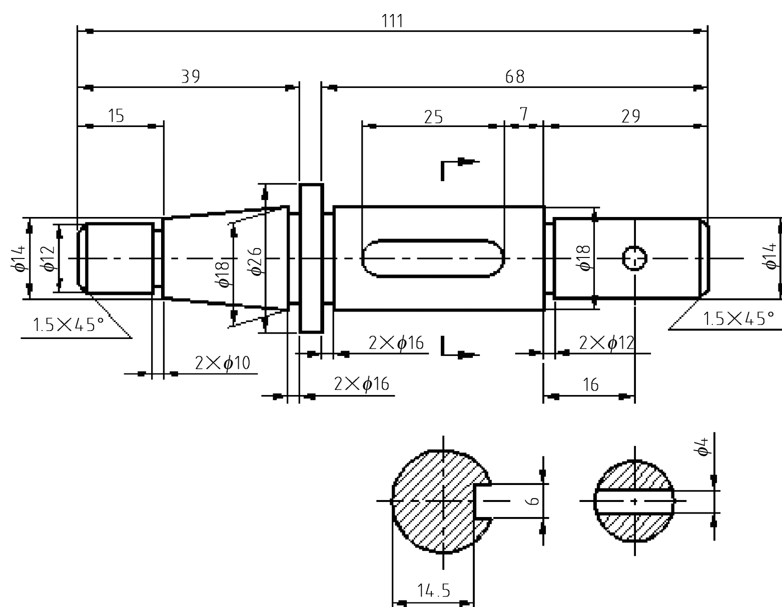



图 2-7 轴的具体结构

特征拉伸命令，拉伸深度为 2mm，注意方向，如果方向不对，可以单击箭头使其成为反向。这样就做出 2 × $\phi$10 的退刀槽部分。

（3）拉伸圆台轴的部分，选择拉伸退刀槽圆柱部分的一个右端面作为新草图平面后，单击，画圆心在坐标原点，半径为 7mm 的圆，然后单击退出草图绘制。单击特征拉伸命令，拉伸深度填入 22mm，选中向外拔模（因为从左到右建模方式），拔模斜度填入 9. 462322°，具体操作如图 2-8 所示。

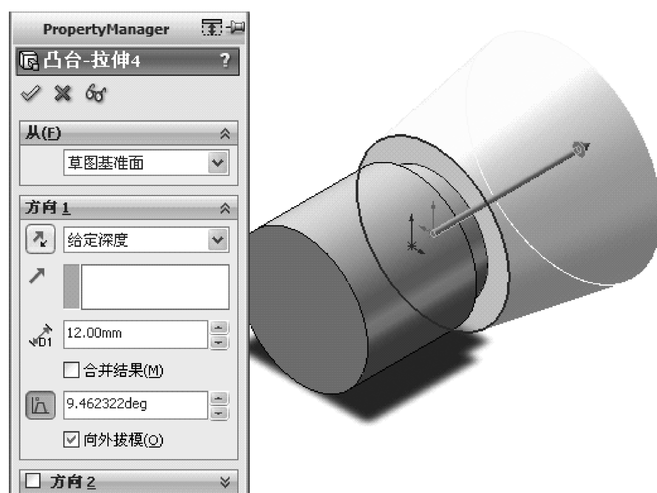



图 2-8 带拔模斜度的拉伸

（4）重复（3）退刀槽的操作步骤得到 2 × ϕ16 的退刀槽部分，单击“确定”图标按钮，单击鼠标右键弹出如图 2-9 所示的菜单，然后单击旋转视图，使要建草图的圆柱端面朝向操作者，然后单击正视于→开始绘制草图→画圆，画圆的半径为 13mm，拉伸深度为 4mm，得到 ϕ26 圆柱部分，如图 2-10 所示。




图 2-9　弹出菜单

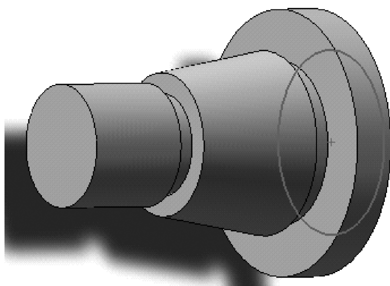


图 2-10　拉伸得到 ϕ26 圆柱

（5）操作类似于（4）的步骤，可以拉伸得到 2 × ϕ16 的退刀槽部分和 37 × ϕ18 的圆柱部分，如图 2-11 所示。

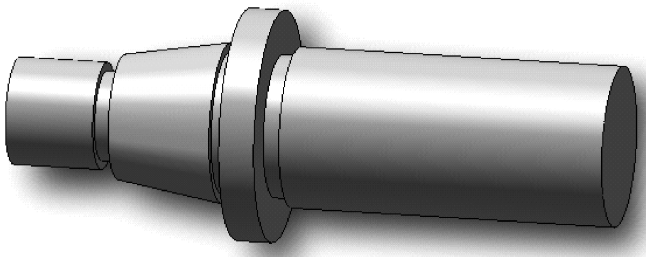


图 2-11　拉伸 37 × ϕ18 圆柱

（6）键槽的切除。

1）单击设计特征树中的上视基准面，单击“插入”菜单→选择“参考几何体”→选择“基准面”（见图 2-12）→在弹出的基准面属性管理器中的平行偏移距离填入 9mm，如果方向不对可以单击反转，这样就建立了正确的基准面 1，如图 2-13所示。

2）单击正视于→开始绘制草图，利用草图工具“中心线”命令绘制通过坐标原点中的竖直直线，然后利用等距实体选择双向，距离为 3mm，单击“确定”图标按钮，选中圆柱的端面轮廓线单击转化实体引用得到同端面对齐的直线，然后利用等距实体偏移 7mm 和 25mm，最终得到如图 2-14 所示的键槽草图。再利用剪裁实体和镜像得到合格草图，如图 2-15 所示。然后单击退出草图绘制，选中草图单击特征命令切除-拉伸，深度填入 3. 5mm，如图 2-16 所




图 2-12　建立基准面菜单图

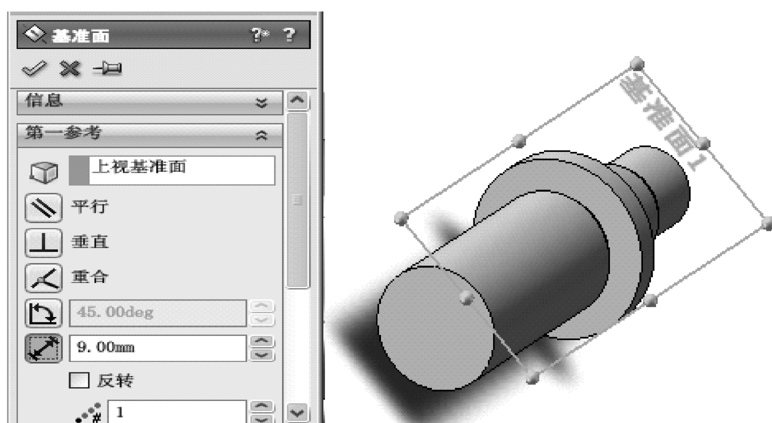



图 2-13　平行基准面建立图

示，确定可以得到切除键槽。

（7）操作类似于（4）的步骤，可以拉伸得到 2 × $\phi$12 的退刀槽部分和 27 × $\phi$14 的圆柱部分，如图 2-17 所示。

（8）单击特征树，选中（6）中建立的基准面 1 后单击正视于→开始绘制草图，利用草图工具中心线命令绘制通过坐标原点中的竖直直线，绘制直径为 4mm 的圆标，标注尺寸如图 2-18 所示，然后单击退出草图绘制，选中草图单击特征命令切除-拉伸，选择完全贯穿，单击“确定”图标按钮，得到切除的通孔。



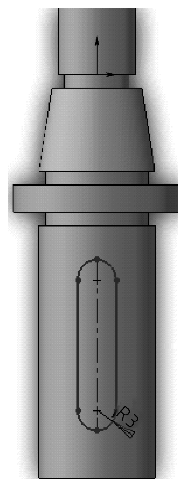



图 2-14　键槽草图　　　图 2-15　完整草图



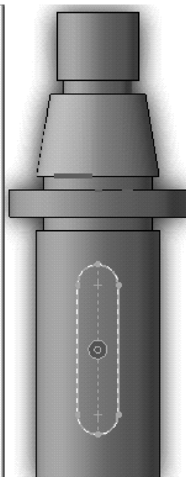



图 2-16　键槽切除图

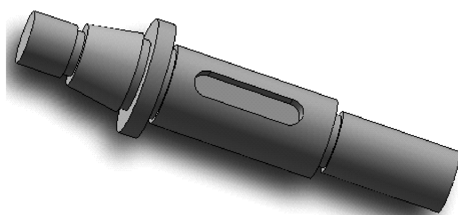


图 2-17　拉伸得到右侧轴的部分图

（9）选中轴的左右端面轮廓圆，单击特征倒角命令，倒角半径填入1.5mm，最后确定得到左右端面倒角完整的轴三维图，如图2-19所示。

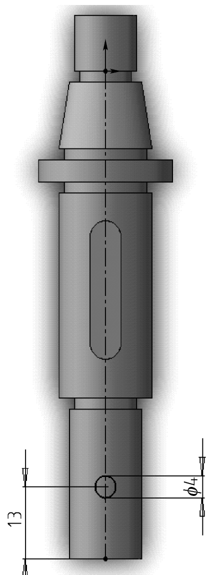



图2-18　打孔草图

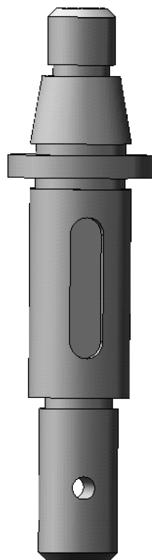


图2-19　完整的轴三维图

## 2.3　倒圆角实例——球

**1. 方法1：利用倒圆角的命令生成**

（1）单击“新建”按钮，在“新建 SolidWorks 文件”对话框中双击“零件”图标。

（2）在特征管理器中选择“前视基准面”，单击草图绘制按钮，进入草图绘制，绘制顶点在原点边长为40mm的正方形，然后利用拉伸长度为40mm得到如图2-20所示的正方体。

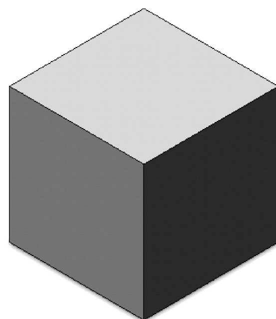


图2-20　正方体

（3）单击特征命令按钮，在弹出的圆角属性管理器中的圆角类型中选择等半径，大小输入20mm，然后选择正方体的六个面，如图2-21所示。

（4）单击确定，得到由8个圆角组成的球体，如图2-22所示。

**2. 方法2：利用半圆草图和旋转凸台\ 基体成型**

（1）单击“新建”按钮，在“新建 SolidWorks 文件”对话框中双击“零件”图标。

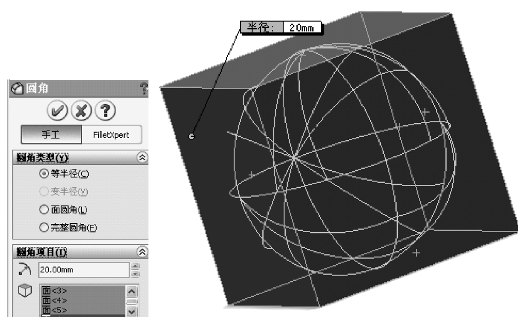



图 2-21　圆角属性管理器和预览图

（2）在特征管理器中选择“前视基准面”，单击草图绘制按钮，进入草图绘制，绘制圆心在原点半径为 20mm 的圆，然后利用画中心线命令画出竖直方向的直径，然后利用剪裁实体剪裁掉左边或右边部分，同时单击重建模型，得到如图 2-23 所示的半圆草图。

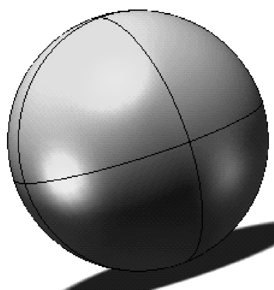


图 2-22　由倒角生成的球体

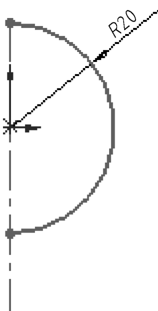



图 2-23　半圆草图

（3）选中草图 1 后，单击“旋转凸台 \ 基体”，弹出如图 2-24 所示的对话框，单击是，再单击确定，得到如图 2-25 所示的球体。

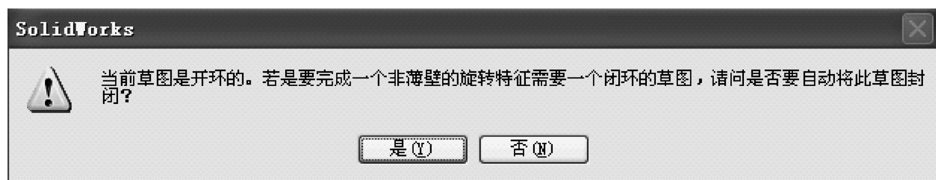



图 2-24　对话框

## 2.4　变半径圆角实例——盒子

（1）几何体的视图如图 2-26 所示，读懂并作出其三维图。

（2）分析其视图可以知道该盒子是由一个长方体通过四条竖棱倒圆角，然后用变半径特征圆角形成底面的曲面，抽壳变成空心，对于腔内的分隔板可以由筋板特征形成。

（3）拉伸成盒子的基体。

1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

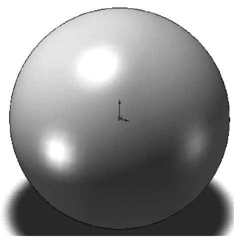


图2-25　球体

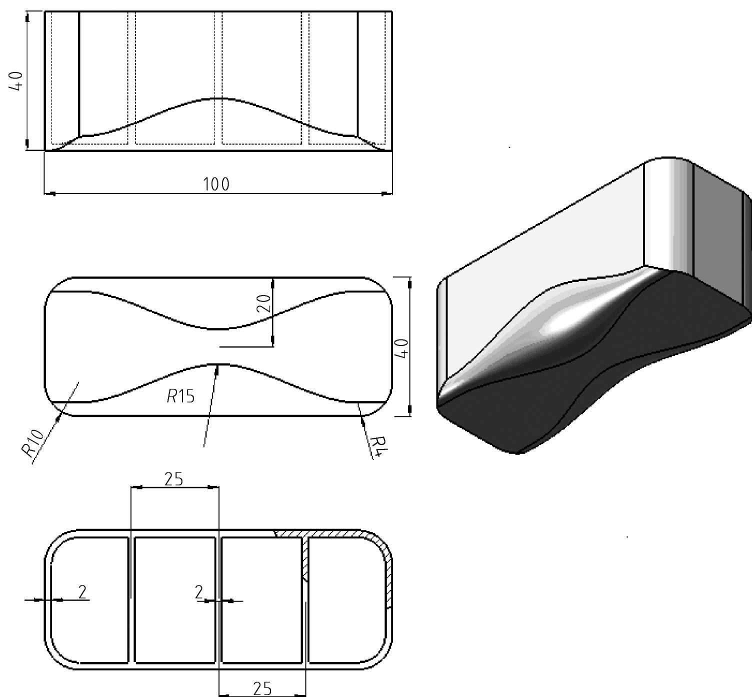



图2-26　盒子工程图

2）单击 前视基准面→→→，绘制草图矩形，矩形的左下角顶点在坐标原点，标注长为100mm，宽为40mm，然后单击退出草图绘制。

3）单击特征工具栏上的“凸台-拉伸”，在弹出的特征属性管理器中选择两侧对称拉伸，深度40mm，最后单击“确定”，如图2-27所示。

（4）竖棱倒圆角。

按住Ctrl键依次选中四条竖棱后，单击特征工具栏上的圆角特征，对于弹出的特征属性管理器作如图2-28所示的设置，然后单击确定退出草图绘制，最后得到的效果图如图2-29所示。

（5）变半径圆角。

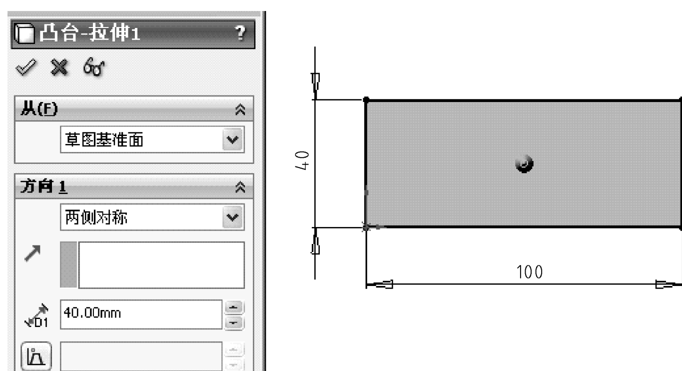



图 2-27　矩形拉伸对话框和结果图

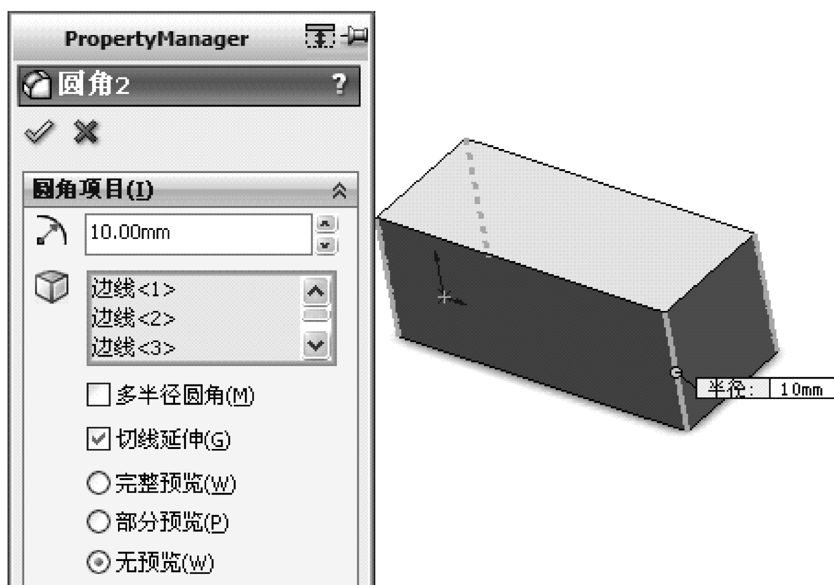



图 2-28　圆角属性管理器

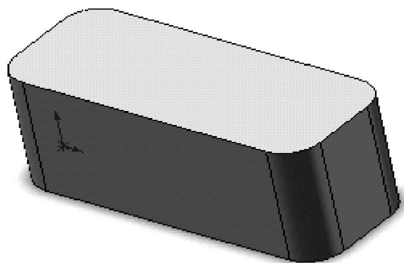


图 2-29　倒圆角后效果图

1）选中底面长的一条棱后，单击特征工具栏上的圆角特征，弹出圆角特征属性管理器对话框，在圆角类型中选中变半径 变半径(V)，在实例数 中填入 1，在附加圆角中选中 V1 V1，在半径 框中填入 4mm，然后可以看到附加圆角中 V1 已自动添加为 4mm，如 V1, 4mm V2 一样，V2 的设置重复 V1 也是 4mm，设置完后如 V1, 4mm V2, 4mm 一样，然后用鼠标选中中间的红点，此时可以看到附加圆角中出现 P1，如 V2, 4mm P1 一样，类似 V1 的设置，半径设为 15mm，设置完成后如图 2-30 所示（注：圆角项目中不能选择切线延伸）。单击确定后，得到变半径圆角的结果如图 2-31a 所示。

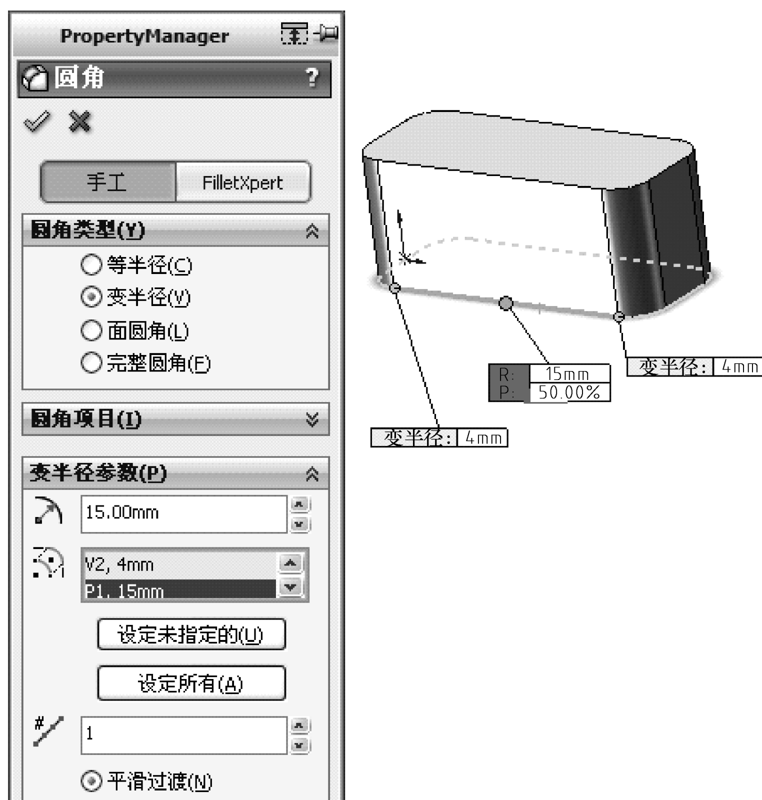



图 2-30　变半径圆角设置图

2）底面另一侧棱的变半径圆角重复上面 1）的过程即可，但是软件不支持一次选中完成，结果如图 2-31b 所示。

（6）抽壳变空盒子。

选中刚才得到的几何体的上表面，然后单击抽壳命令，在弹出的对话框中厚度参数填入 2mm，单击确定后，得到抽壳的结果如图 2-32 所示。

（7）利用特征“筋”生成盒子中的隔板。

1）选中盒子的上端面作为筋板草图绘制平面，单击→→，选择内棱边的中点作为端点画一直线，然后利用等距实体，选择双向偏移，距离为25mm，结果如图2-33所示。

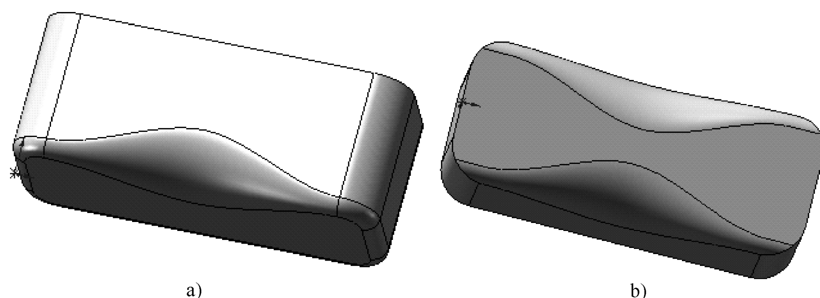



图2-31　变半径圆角和双侧变半径圆角结果图

a）变半径圆角　b）双侧变半径圆角

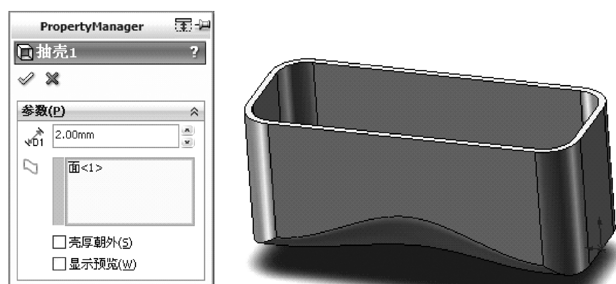



图2-32　抽壳特征设置与结果图

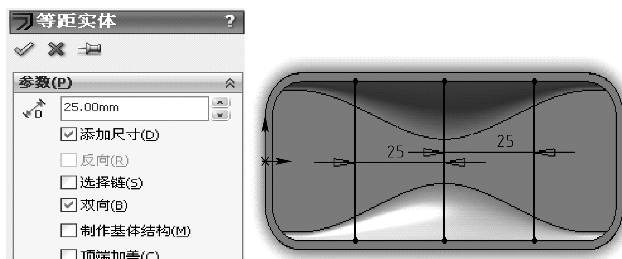



图2-33　等距实体属性和筋草图

2）然后单击特征命令筋，在弹出的属性管理器中作如下设置，厚度形式选择“两侧”，厚度填入2mm，如图2-34所示。

3）单击确定后，得到完整的盒子图如图2-35所示。

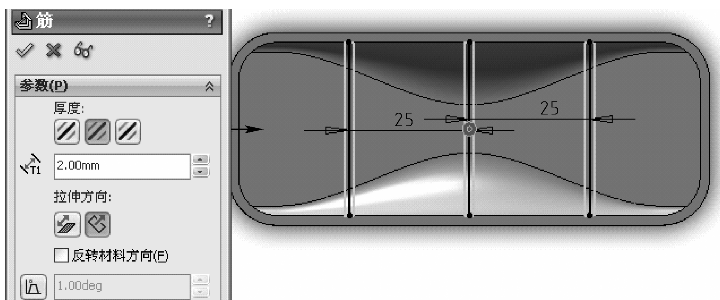



图 2-34　筋属性设置及预览图

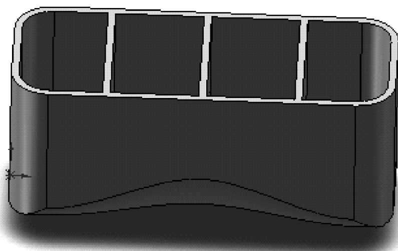


图 2-35　完整变半径圆角盒子图

## 2.5　旋转成型实例——手轮

（1）进行草图绘制。

1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

2）单击 前视基准面 → → → ，先绘制草图圆，然后单击绘制矩形和圆，单击退出草图绘制，当前草图如图 2-36 所示。

（2）加入几何限制条件和标注尺寸。

1）选择圆心和原点，水平如图 2-37 所示。

2）标注圆心到中心线的尺寸，标注为 125mm。

3）标注矩形上边到水平的距离为 10mm，标注右边和左边到竖直中心线的距离为 20mm 和 30mm，圆的直径为 25mm，矩形的高度为 50mm，结果如图 2-38 所示。

（3）绘制圆弧。

1）在刚才建立的基准面上绘制三点圆弧，注意有一点要通过直径为 25mm 圆的圆心，用草图智能尺寸标注半径为 120mm，标注中心距离为 100mm，结果如图 2-39 所示。

2）选中圆弧，此时圆弧由黑色变成绿色后，单击构造几何线命令，圆弧由实线变成点画线。

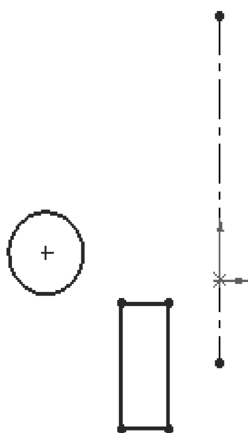


图 2-36　草图




图 2-37　添加水平几何关系

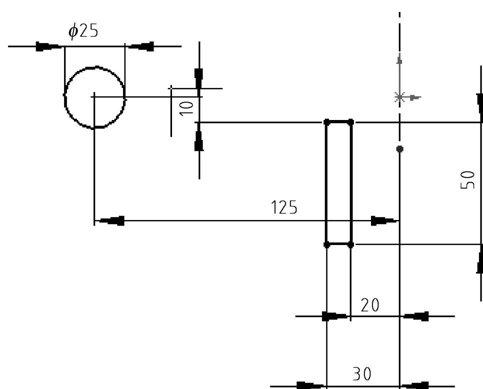



图 2-38　标注草图

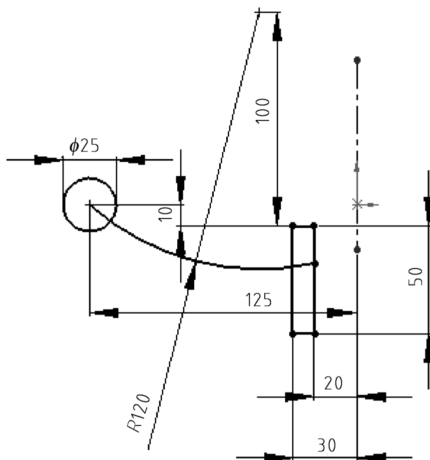



图 2-39　标注半径

3）单击利用等距实体命令，做双向偏移，偏移距离为 8mm，单击确定，如图 2-40 所示。

（4）修建并倒圆角。

选择剪裁实体命令，弹出如图 2-41 所示的对话框，选择剪裁到最近端方式剪裁圆和圆弧的左端部分，同时利用草图绘制圆角命令倒圆角半径为 5mm，结果如图 2-42 所示。

（5）旋转成基体。

单击退出草图绘制，单击特征旋转凸台/基体命令，选中旋转轴线，单击确定，得到如图 2-43 所示的基体。

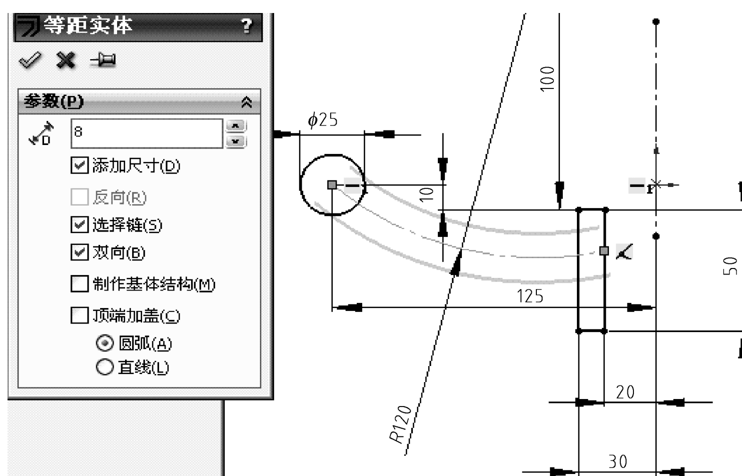



图 2-40 偏移圆弧图

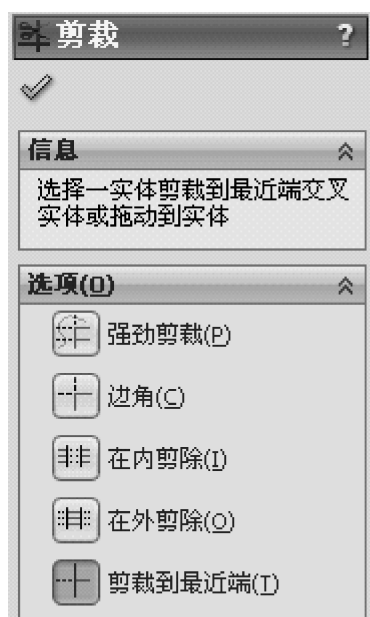



图 2-41 剪裁属性对话框

（6）切除拉伸得到轮辐部分。

1）单击上视基准面 上视基准面，然后 → → 绘制一条原点出发的中心线，两侧偏移 15mm，选中偏移得到的直线，以原点为阵列中心，圆周均匀分布阵列，个数为 3，利用转化实体引用 命令，选中直径为 225 和 60 的圆，使之由实体轮廓变成草图的圆，如图 2-44 所示。

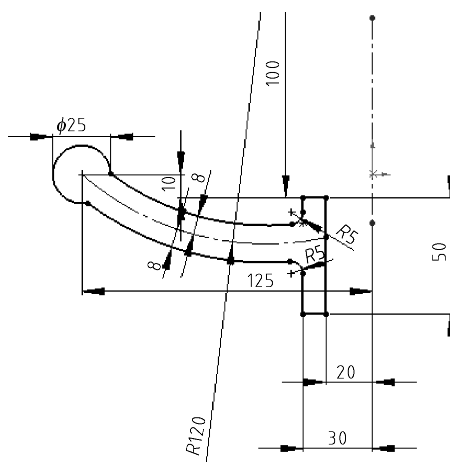



图 2-42　剪裁和圆角后的结果






图 2-43　旋转成基体

2）选择剪裁实体命令，剪裁直线和圆的相交部分，得到如图 2-45 所示的草图。

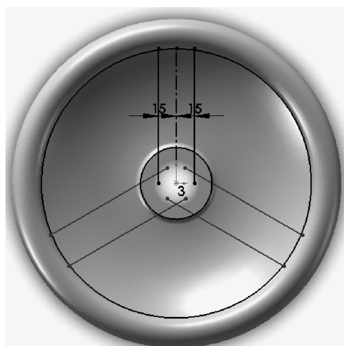



图 2-44　轮辐初步草图

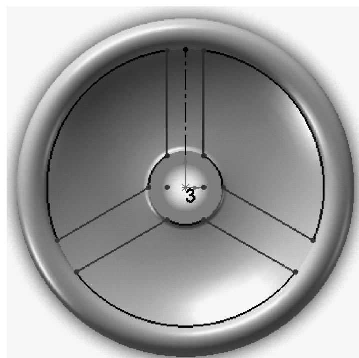



图 2-45　剪裁后草图

（7）切除拉伸得到完整的手轮。

选中上一步最后得到的草图，单击切除拉伸，选择完全贯穿，得到如图2-46所示的实体图。




图2-46　切除拉伸得到的实体图

## 2.6　反侧切除拉伸实例

（1）几何体的三视图如图2-47所示，读懂并作出其三维图。

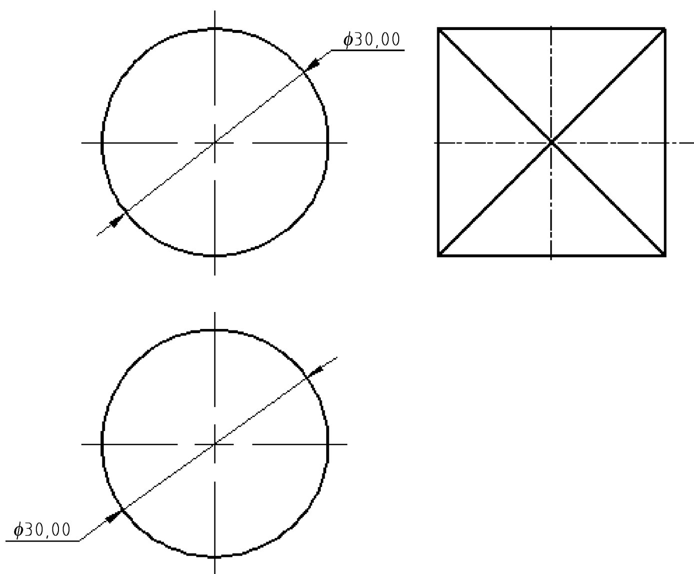



图2-47　三视图

（2）分析三视图的主视图和俯视图的投影和标注可以知道，该几何体是由圆柱切割而成，但从交线来看（或相贯线看）不是完整的平面，从左视图交线积聚

成直线自然就想到两等径圆柱正贯。

（3）拉伸成被切圆柱的基体。

1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

2）单击前视基准面→→→，绘制草图圆，圆心在坐标原点，半径为15mm的圆，然后单击退出草图绘制。

3）单击特征工具栏上的拉伸凸台基体，在弹出的特征属性管理器中选择两侧对称拉伸，深度为30mm，最后单击“确定”，如图2-48所示。

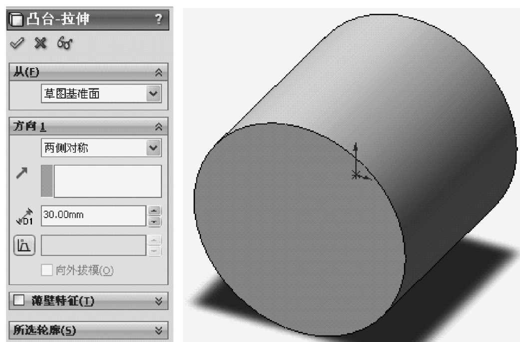



图2-48　凸台拉伸对话框和结果图

（4）反侧切除。

1）单击上视基准面→→→，绘制草图圆，圆心在坐标原点，半径为15mm的圆，如图2-49所示，然后单击退出草图绘制。

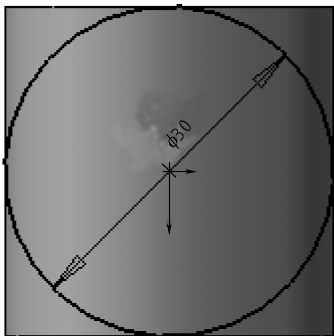



图2-49　反侧切除草图

2）单击特征工具栏上的切除拉伸，在弹出的特征属性管理器中选中反侧切除，方向1下选择两侧对称拉伸，深度为30mm，最后单击“确定”，如图2-50所示。

3）单击“确定”得到和三视图表达一致的几何形体，如图2-51所示。

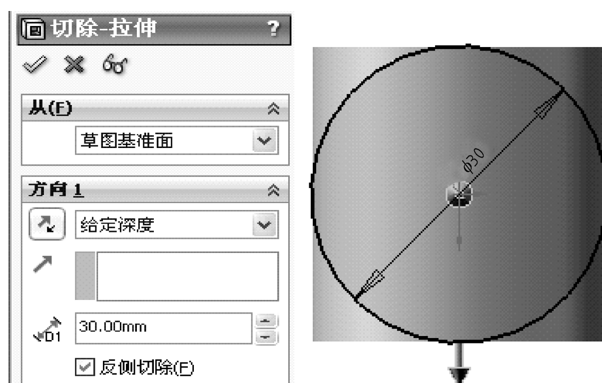



图 2-50　反侧切除过程图

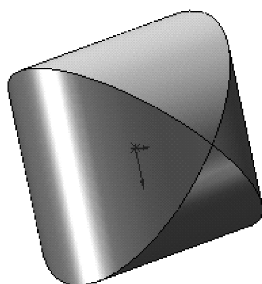


图 2-51　结果图

## 2.7　扫描实例——圆柱弹簧

绘制如图 2-52 所示的圆柱弹簧。

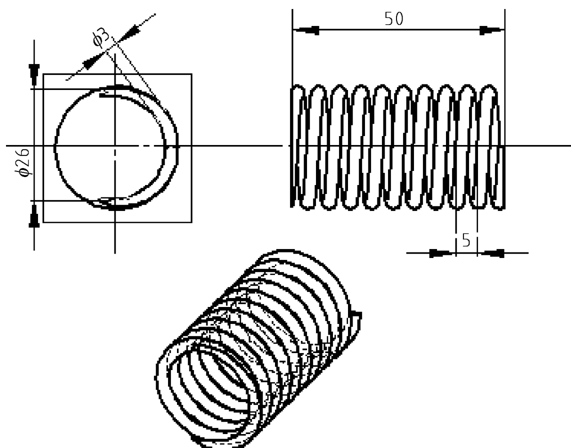



图 2-52　圆柱弹簧

（1）单击“新建”按钮，在“新建 SolidWorks 文件”对话框中双击“零件”图标。

（2）在特征管理器中选择“前视基准面”，单击草图绘制按钮，进入草图绘制，绘制圆心在原点半径为 13mm 的圆，然后单击重建模型结束草图绘制。

（3）单击主菜单“插入”→“曲线”→“螺旋线/涡状线”，如图 2-53 所示。单击螺旋线/涡状线后弹出螺旋线/涡状线的属性管理器，定义方式选择螺距和圈数，螺距为 5mm、圈数为 10 圈、起始角度为 0°，单击确定后得到螺旋线，如图 2-54所示。

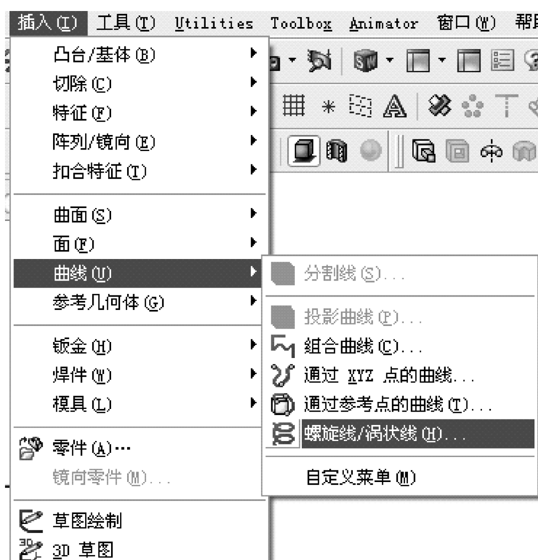



图 2-53　螺旋线所在菜单

（4）单击主菜单“插入”→“参考几何体”→“基准面”，从弹出的属性管理器选择垂直于曲线(N)，并单击螺旋线即可建立基准面 1，选中基准面 1 单击正视于，绘制圆心为当前坐标原点、直径为 3mm 的圆，单击重建模型结束草图绘制，同时得到草图 2。

（5）单击特征命令扫描，弹出特征属性管理器，在轮廓填入圆（即草图 2），路径填入螺旋线，单击确定后得到螺旋圆柱弹簧，如图 2-55 所示。

（6）在特征管理器中选择“前视基准面”，单击草图绘制按钮，进入草图绘制，绘制如图 2-56 所示的草图，单击重建模型结束草图绘制。在特征树中选中刚得到的草图，单击切除-拉伸弹出属性管理器，选择方向1单击完全贯穿，选择



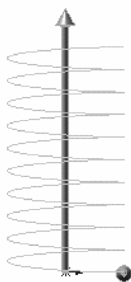


图 2-54 螺旋线预览图

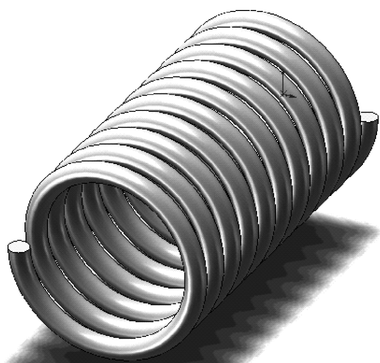


图 2-55 圆柱弹簧

方向 2 单击完全贯穿，一定选择反侧切除，单击确定后得到两端磨平的螺旋圆柱弹簧，如图 2-57 所示。

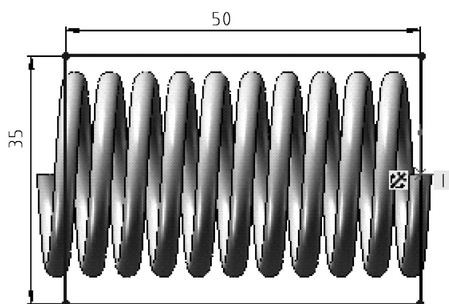



图 2-56 草图

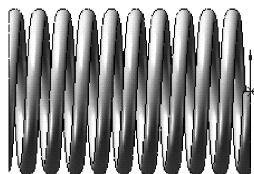


图2-57 两端磨平的螺旋圆柱弹簧

## 2.8 扫描切除实例——螺栓

螺栓作为标准件，其尺寸由国家标准规定（具体标准号为 GB/T 5782—2000），与造型有关的尺寸见表 2-1。从表中可以查到 M20 的螺栓头部的正六边形的内切圆直径 $s = 30$mm、高度 $k = 12.5$mm。

（1）利用带拔模斜度的切除拉伸命令生成螺栓头。

1）单击“新建”按钮，在“新建 SolidWorks 文件”对话框中双击“零件”图标。

2）在特征管理器中选择“前视基准面”，单击草图绘制按钮，进入草图绘制，利用草图绘制工具“多边形”绘制圆心在原点、内切圆直径为 30mm 的正六边形，得到如图 2-58 所示的草图 1。

**表 2-1　普通螺纹的基本尺寸**

$H = 0.866025P$

$D_1 = D - 1.082532P$　$d_1 = d - 1.082532P$

$D_2 = D - 0.649519P$　$d_2 = d - 0.649519P$

$D$、$d$　——内、外螺纹大径

$D_1$、$d_1$——内、外螺纹小径

$D_2$、$d_2$——内、外螺纹中径

$P$——螺距

标记示例：M10——粗牙螺纹，大径 10，螺距 1.5

M10×1——细牙螺纹，大径 10，螺距 1

| 公称直径 $D$、$d$ | 粗　牙 | | | 细　牙 |
|---|---|---|---|---|
| | 螺距 $P$ | 中径 $D_2$、$d_2$ | 小径 $D_1$、$d_1$ | 螺距 $P$ |
| 3 | 0.5 | 2.675 | 2.459 | 0.35 |
| 4 | 0.7 | 3.545 | 3.242 | 0.5 |
| 5 | 0.8 | 4.480 | 4.134 | |
| 6 | 1 | 5.350 | 4.917 | 0.75 |
| 8 | 1.25 | 7.188 | 6.647 | 1，0.75 |
| 10 | 1.5 | 9.026 | 8.376 | 1.25，1，0.75 |
| 12 | 1.75 | 10.863 | 10.106 | 1.5，1.25，1 |
| 16 | 2 | 14.701 | 13.835 | 1.5，1 |
| 20 | 2.5 | 18.376 | 17.294 | 2，1.5，1 |
| 24 | 3 | 22.051 | 20.752 | |
| 30 | 3.5 | 27.727 | 26.211 | |

注：细牙螺纹的尺寸可由表中公式计算得到。

3）单击选中草图 1 特征命令，拉伸长度为 12.5mm，得到如图 2-59 所示的正六棱柱后，同时选中草图 1 所在平面，即六棱柱的一个底面作一个圆心在当前坐标原点、半径为 15mm 的圆，单击重建模型得到草图 2。

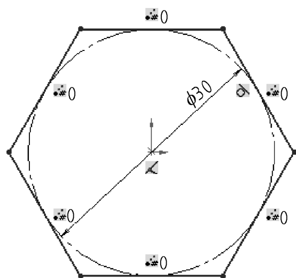



图 2-58　草图 1

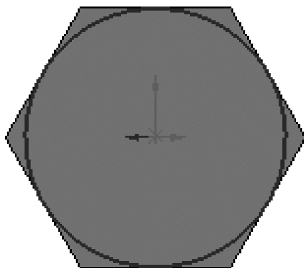


图 2-59　草图 2

4）在特征树中选中草图2后，单击切除-拉伸弹出如图2-60所示的属性管理器，在拔模角度填入60°，同时选中反侧切除☑反侧切除(F)，单击确定，得到如图2-61所示的M20六角螺栓的六角头部。

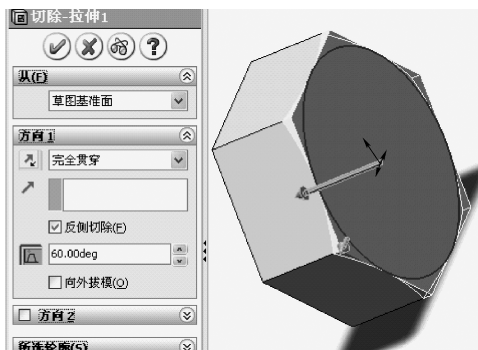



图2-60　切除-拉伸属性管理器

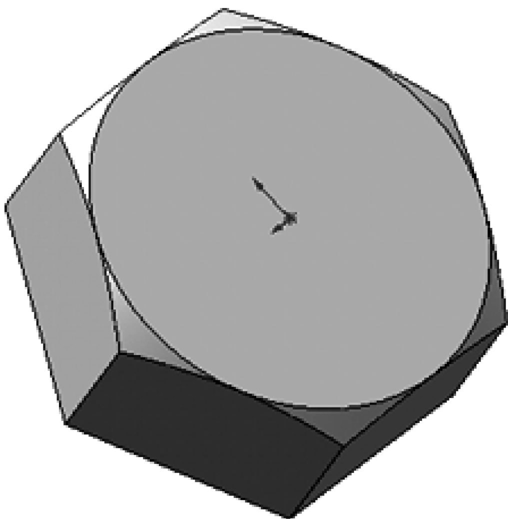


图2-61　M20螺栓头部

（2）选择螺栓头部的非倒角面作为绘制草图的平面，单击→画圆命令绘制半径为10mm的圆→单击拉伸凸台基体得到光杆螺栓，如图2-62所示。

（3）选中圆柱的端面轮廓圆，利用特征命令按钮，倒角尺寸为*C*2.5mm，然后绘制和螺纹的规格尺寸有关的扫描螺旋线，由标注可以查标准知道M20的螺纹螺距为2.5mm，单击圆柱朝外的端面，单击草图绘制按钮进入草图绘制，绘制圆心在原点、直径为小径17.294mm的圆，然后单击主菜单的“插入”→“曲

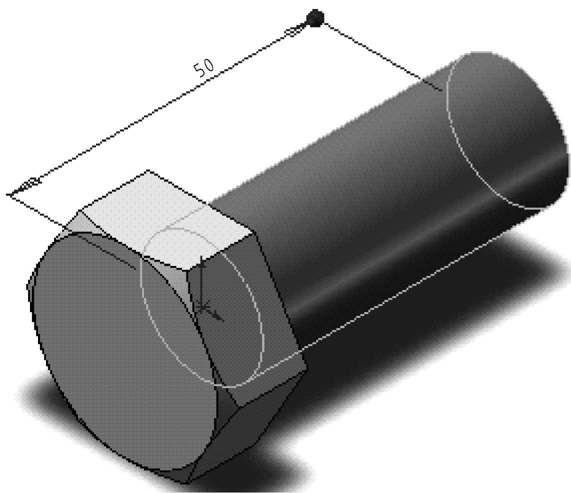



图 2-62　光杆螺栓

线”→“螺旋线/涡状线” 弹出螺旋线/涡状线的属性管理器，定义方式选择螺距和圈数，螺距为 2.5mm、圈数为 15 圈、起始角度为 0°，单击确定后得到螺旋线，如图 2-63所示。

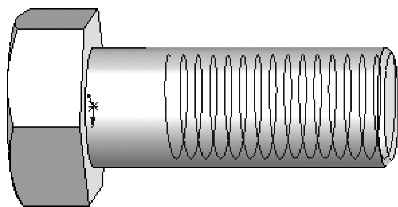
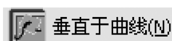


图 2-63　扫描螺旋线

（4）单击主菜单 “插入”→“参考几何体”→“基准面”，从弹出的属性管理器选择

并单击螺旋线即可建立基准面 1，选中基准面 1 单击正视于，绘制圆扫描切除的轮廓线等腰梯形具体尺寸如图 2-64 所示。梯形的尺寸计算原理由表 2-1的公式中可以推演，本例 M20 的螺纹尺寸所得值见表 2-2。

**表 2-2　螺纹有关尺寸简表**

| 螺纹规格 | 螺距 *P* | 小径 | 中径 | 0.75*P* | 0.125*P* | 5/16 * 1.732*P* | 六边形直径和厚度 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| M20 | 2.5 | 17.294 | 18.376 | 1.875 | 0.3125 | 1.3532 | 30/12.5 |
| M20 | 2（细） | 17.294 | 18.701 | 1.5 | 0.25 | 1.0826 | 30/12.5 |
| M30 | 3.5 | 26.211 | — | 2.625 | 0.4375 | 1.8945 | 46/18.7 |
| M36 | 4 | 31.670 | — | 3 | 0.5 | 2.1654 | 55/22.5 |

（5）单击切除扫描，弹出切除扫描属性管理器，在轮廓中选中草图 5，在路径中选中螺旋线 1 即可，如图 2-65 所示。

（6）单击确定后，再切除退刀槽可以得到完整的 M20 螺栓，如图 2-66 所示。

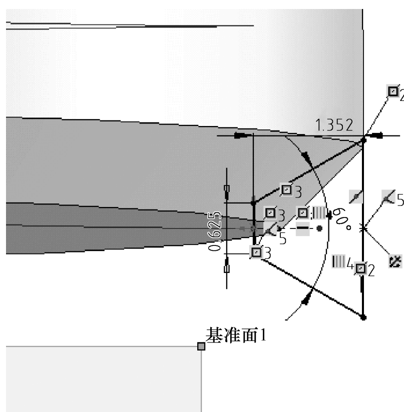



图 2-64 切除扫描轮廓草图

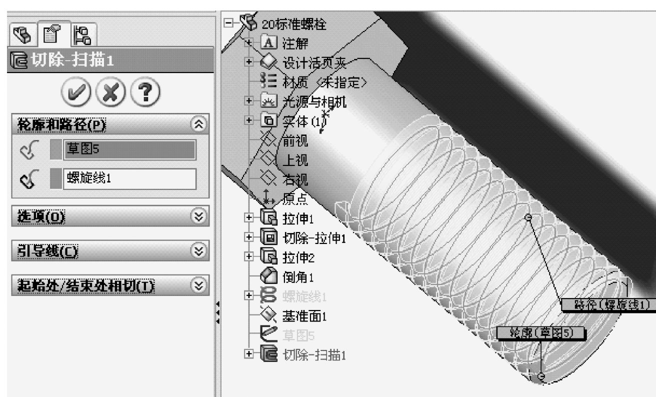



图 2-65 切除扫描预览

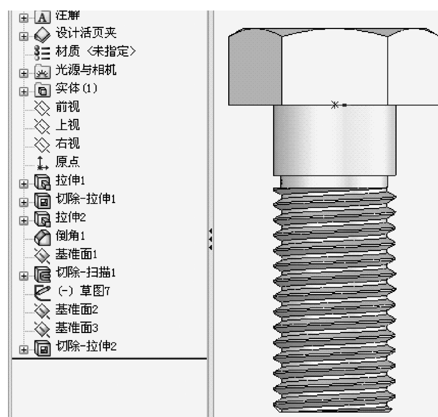



图 2-66 完整的 M20 螺栓

## 2.9 放样实例——牛奶杯

完成如图2-67所示的模型。

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（2）绘制放样轮廓线和引导线。

1）单击“基准面”按钮，出现“基准面”属性管理器，在“参考实体”选择“上视基准面”，单击“等距距离”按钮，在“距离”文本框内输入“100mm”，在“数量”文本框内输入“3”，单击“确定”按钮，建立基准面1、基准面2和基准面3。

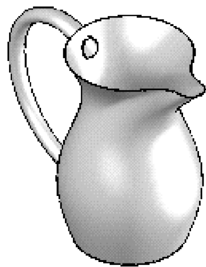


图2-67 牛奶杯

2）分别选取上视基准面、基准面1、基准面2和基准面3，单击“草图绘制”按钮，进入草图绘制。绘制如图2-68所示的草图，单击“重新建模”按钮，结束草图绘制，完成轮廓线创建。

3）选取正视基准面，单击“草图绘制”按钮，进入草图绘制。单击“样条曲线”按钮绘制草图，添加几何关系，使样条曲线关键点与各轮廓线圆弧成“穿透”关系，如图2-69所示，单击“重新建模”按钮，结束草图绘制，完成引导线创建。

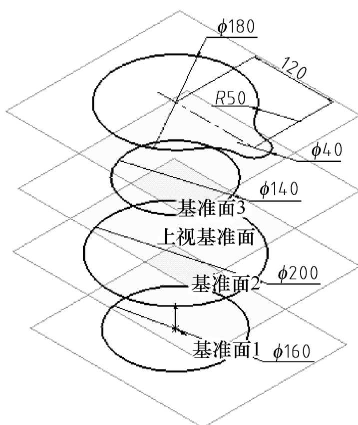



图2-68 “轮廓线”草图

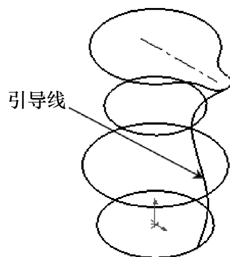



图2-69 “引导线”草图

（3）单击“放样凸台/基体”按钮，出现“放样”属性管理器，“轮廓”选择“草图1”、“草图2”、“草图3”和“草图4”，“引导线”选择“草图5”，单击“确定”按钮，建立放样特征，如图2-70所示。

（4）选取正视基准面，单击“草图绘制”按钮，进入草图绘制。单击“样条曲线”按钮绘制草图，如图2-71所示，单击“重新建模”按钮，结束草图

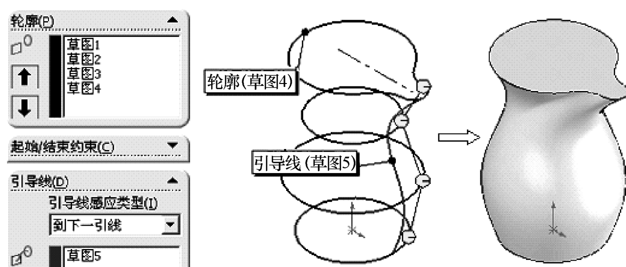



图 2-70 “放样”特征

绘制，完成中心线创建。

（5）创建手柄轮廓线。

1）单击“基准面”按钮，出现“基准面”属性管理器，单击“垂直于曲线”按钮，选中“将原点设在曲线上”复选框，选择“圆弧 1”和“点 1”，单击“确定”按钮，建立基准面 1。

2）选取基准面 1，单击“草图绘制”按钮，进入草图绘制。绘制草图，添加几何关系，使椭圆圆心与圆弧成“穿透”关系，如图 2-72 所示，单击“重新建模”按钮，结束草图绘制。

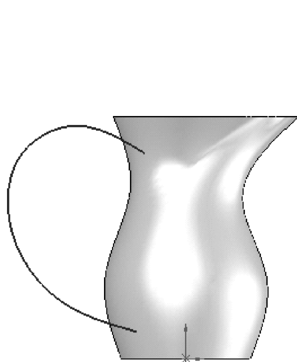


图 2-71 “中心线”草图

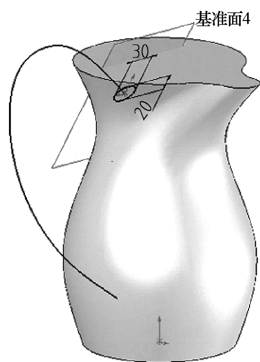



图 2-72 “轮廓线 1”草图

3）按同样方法建立另一轮廓，如图 2-73 所示。

（6）单击“放样凸台/基体”按钮，出现“放样”属性管理器，在“轮廓”中选择“草图 7”和“草图 8”，在“中心线”中选择“草图 6”，单击“确定”按钮，建立放样特征，如图 2-74 所示。

（7）单击“抽壳”按钮，出现“抽壳”属性管理器，在“移出的面”中选择“面 1”，在“厚度”文本框内输入“1mm”，单击“确定”按钮，建立抽壳特征，如图 2-75 所示。

至此完成牛奶杯设计。

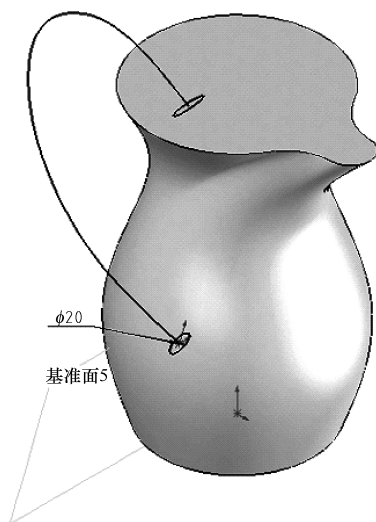



图 2-73　“轮廓线 2”草图

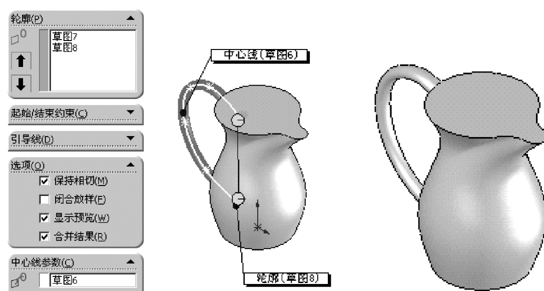



图 2-74　“放样”特征

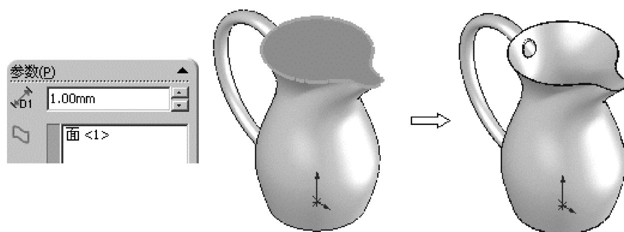



图 2-75　“抽壳”特征

## 2.10　放样切除实例

用放样切除生成如图 2-76 所示的实体。

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

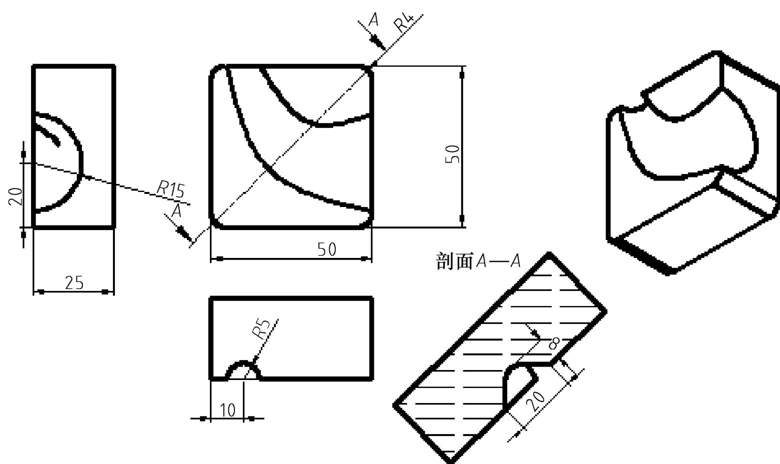



图 2-76　实体工程图

（2）单击 前视基准面→ → →绘制矩形 ，其中的一个顶点在坐标原点，通过智能尺寸 标注长和宽都为 50mm，单击特征凸台-拉伸命令 ，在特征属性对话框中的深度 后填入 25mm，单击“确定”图标按钮 ，得到如图 2-77 所示的长方体。

（3）然后选择长方体的上表面为新草图平面后，单击 ，画如图 2-78 所示的草图。

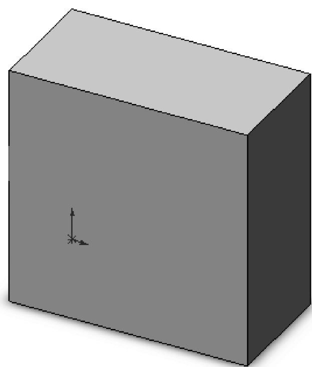


图 2-77　长方体

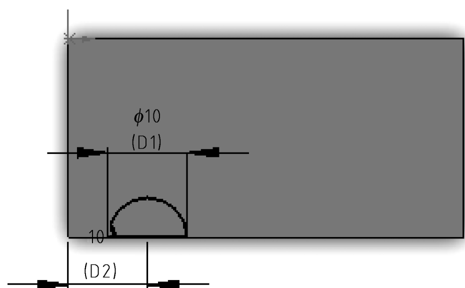



图 2-78　草图 1

（4）单击长方体的右侧面作为绘制草图的平面，绘制如图 2-79 所示的草图。

（5）单击浮动菜单“插入”→从弹出菜单中选择→“参考几何体”→“基准面”→从“基准面属性管理器”选择边线和点，建立长方体对角面，单击“确定”图标按钮 ，这样建立了基准面 1，如图 2-80 和图 2-81 所示。

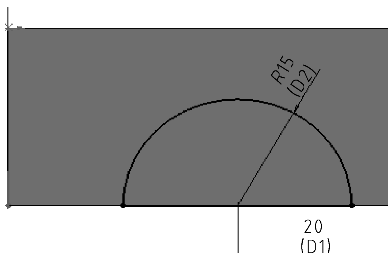



图 2-79　草图 2




图 2-80　对角面的建立

(6) 单击长方体前面所在面作为绘制草图的基准面，用样条曲线分别连接以上完成的草图弧与直线的交点，结果得到草图 5（见图 2-82）与草图 6（见图 2-83）。

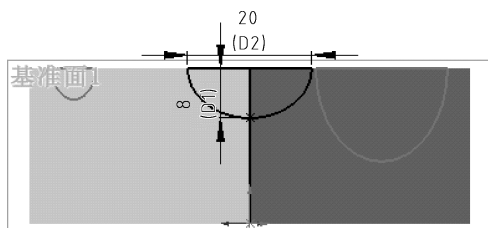



图 2-81　对角面草图

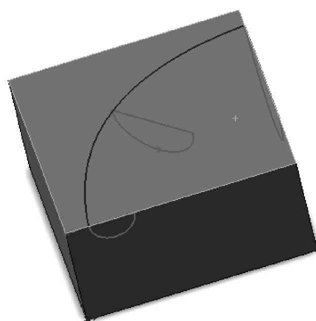


图 2-82　草图 5

(7) 单击浮动菜单“插入”→从弹出菜单中选择→“切除”→“放样”，如图 2-84所示，此时弹出切除-放样属性管理器，在轮廓中选择草图 2、草图 3、草图4，在引导线中选择草图5、草图6，如图2-85所示，单击“确定”图标按钮



图 2-83　草图 6




图 2-84　放样切除菜单调用图

✔，这样得到如图2-86所示的几何体。

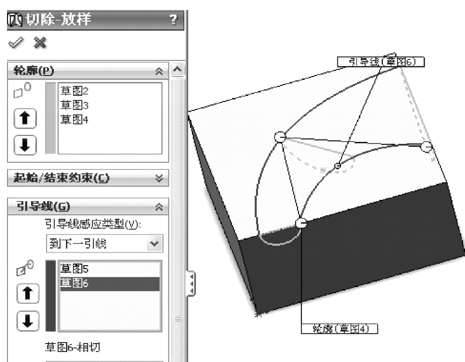



图2-85 放样切除设置图

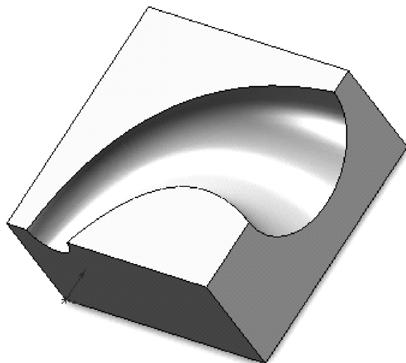


图2-86 放样切除几何体

## 2.11 随形阵列实例

线性阵列、圆周阵列、曲线驱动的阵列中都有随形阵列，位置在相应的属性对话框最下方的“选项”中，随形阵列使SolidWorks软件的阵列变得更有趣、更强大，随形阵列是阵列特征根据预先设定的边线、草图的限制或尺寸变化的阵列，阵列结果使生成的阵列特征沿着一定规律而变化。每个参数的变化及添加的特征，使物体变得生动、有趣、更具有观赏价值，既可以提高工作质量，又可以感受其中的乐趣。如果综合其他的特征运用随形阵列，阵列会有更大的发展空间。

随行阵列有以下几个要点：

1）随形就是受边线、草图（即辅助线）或尺寸的限制。

2）随形阵列有时候需要尺寸的关联。

3）阵列的方向是选择尺寸，而不是边线或草图的线。

4）随行阵列可以附带一些特征进行阵列，其中有圆顶、圆角、倒角、拔模。

本例应用等距离随形阵列，制作香皂盒下盖。

（1）单击“新建”按钮，在“新建SolidWorks文件”对话框中双击“零件”图标。

（2）在特征管理器中选择“前视基准面”，单击草图绘制按钮，进入草图绘制，绘制中心在原点长半轴为60mm、短半轴为40mm的椭圆，然后利用拉伸长度为30mm的椭圆体，再利用特征命令抽壳，壁厚参数为5mm，得到如图2-87所示的初始图。

（3）在特征管理器中选择皂盒下盖所在上表面，单击正视，单击进入草图绘制→单击后在该平面得到椭圆→单击选中刚才得到的椭圆，在对话框中为2mm→单击结束草图的绘制，同时得到草图2。

（4）选中草图 2，单击切除-拉伸，得到如图 2-88 所示的初始图。

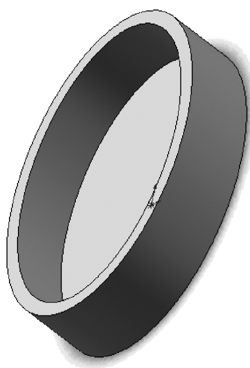


图 2-87　香皂盒下盖出初始图

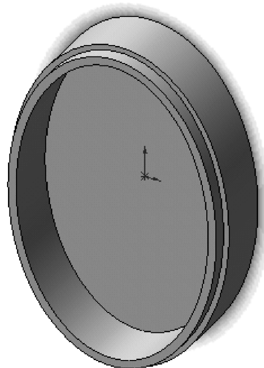


图 2-88　带有止口香皂盒下盖出初始图

（5）单击图 2-88 所示的实体选中盖的上底面，单击菜单“插入”→参考几何体→基准面→选择平行基准面输入距离为 10mm，在盖的上底面上建立基准面 1，在基准面 1 上利用实体转化引用→构造几何线→得到中心线画的椭圆→利用直线、实体偏移、草图圆角及实体延伸和实体剪裁得到类似于 A 型平键的草图，注意两端 *R*2 的圆弧必须用“添加几何关系”图标按钮，使圆弧与椭圆弧相切，同时利用标注尺寸按钮标注 *R*2 和圆心到椭圆下顶点的距离 7.04，如图 2-89 所示。

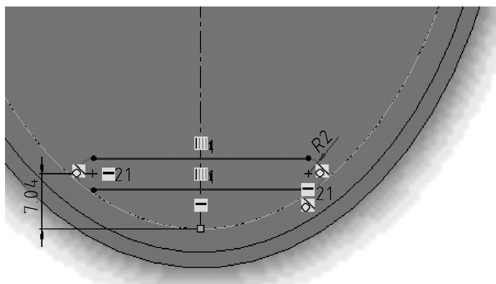



图 2-89　草图

（6）由上一步得到的草图用拉伸切除得到一个漏水槽，在特征管理器中单击 注解，然后单击鼠标右键，从弹出的快捷菜单中选择“显示特征尺寸”，让其显示出来，单击特征工具栏“线性阵列”图标按钮，在“阵列（线性）1”属性管理器和绘图区域中设置和选择参数。在“方向 1”下执行如下操作：单击模型尺寸 7.04mm，以指出阵列的第一个方向。所选尺寸名称出现在“方向 1”的框中。在“要阵列的特征”下选择“切除-拉伸 3”，在选项下选中“随形变化”，单击“确定”图标按钮，完成阵列的效果如图 2-90 所示。

## 2.12　曲线驱动的阵列实例

（1）生成六棱柱。

1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

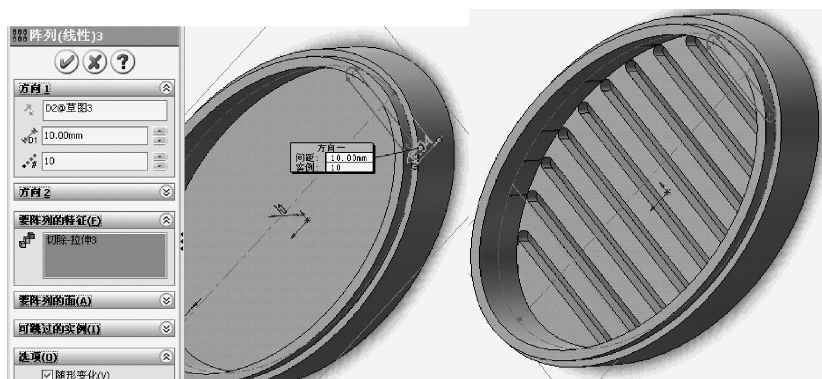



图 2-90　随形阵列属性管理器和完成阵列后的效果图

2）单击 上视基准面→→→，绘制草图正六边形的内切圆，圆心在坐标原点半径为 160mm 的圆，如图 2-91 所示，然后单击退出草图绘制。

3）单击“特征”工具栏上的“拉伸凸台/基体”图标按钮，在“凸台-拉伸1”属性管理器和绘图区中进行设置和选择，如图 2-92 所示，单击图标确定。

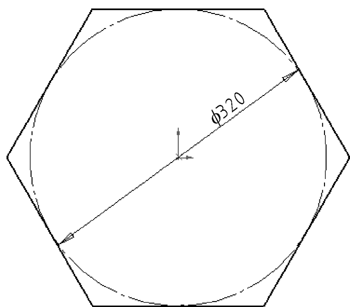



图 2-91　草图 1 正六边形

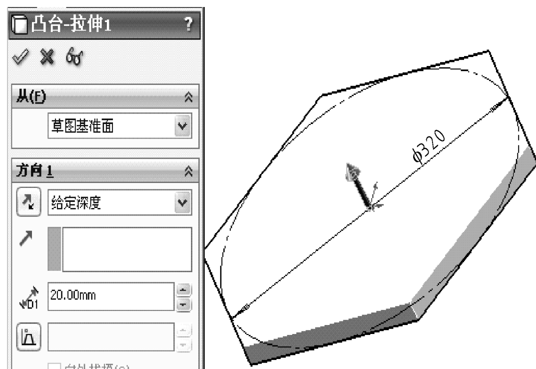



图 2-92　六棱柱

（2）绘制草图曲线-涡状线。

1）单击上一步得到的六棱柱的上表面→→→，绘制圆心在坐标原点、半径为 50mm 的圆，从主菜单中单击插入→曲线→螺旋线/涡状线，如图 2-93 所示，对螺旋线/涡状线的属性管理器做如图 2-94 所示的设置，定义方式为涡状线，螺距为 50mm、圈数为 2、起始角度为 0°、顺时针方向，可以得到涡状线，如图 2-95所示。

2）选择上一步的涡状线的绘制平面作为新草图的绘制平面，单击→→，绘制圆，圆心在涡状线的起点，圆的半径为 10mm，如图 2-96 所示。然后单击 拉伸切除，深度为 20mm，如图 2-97 所示。

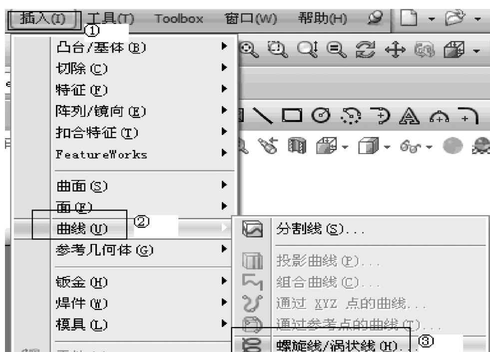



图 2-93　涡状线菜单的调用




图 2-94　涡状线属性管理器的设置

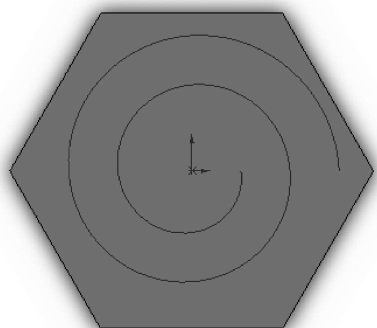


图 2-95　涡状线

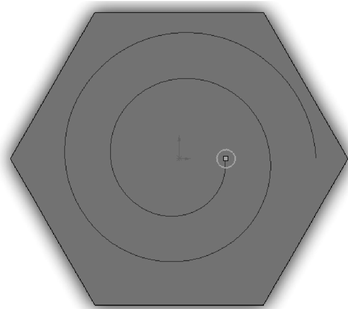


图 2-96　圆草图

（3） 曲线驱动阵列。

从主菜单中单击插入→阵列/镜像→曲线驱动的阵列后，弹出曲线驱动的阵列属性管理器对话框，在方向单击涡状线、阵列个数填入 20，曲线方法默认软件自动选择，要阵列的特征选择切除-拉伸 2，单击图标确定，得到如图 2-98 所示的涡状线驱动的阵列圆柱孔。

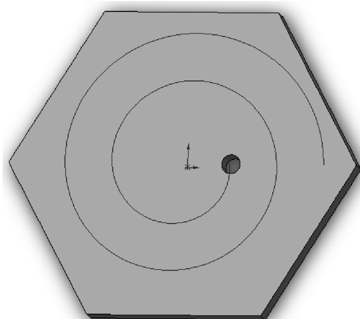


图 2-97　切圆柱孔

## 2.13　草图驱动的阵列实例

（1） 生成长方体。

1） 单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

2） 单击上视基准面→→→，绘制

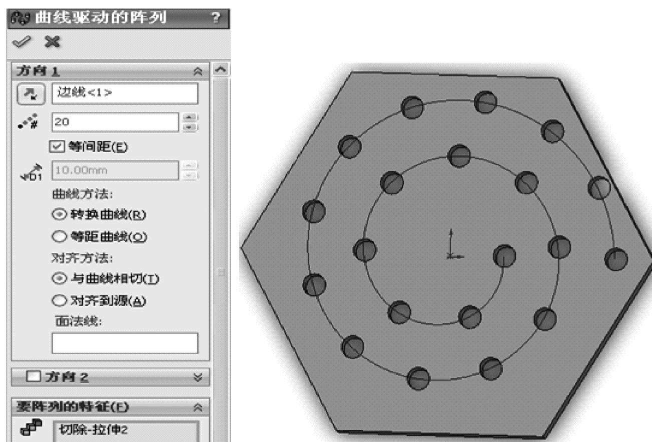



图2-98　涡状线驱动的阵列圆柱孔

矩形，左下角顶点在坐标原点，宽为50mm，长为100mm，如图2-99所示，然后单击退出草图绘制。

3）单击“特征”工具栏上的“拉伸凸台/基体”图标按钮，在“拉伸1”属性管理器和绘图区中进行设置和选择，如图2-100所示，单击图标确定。

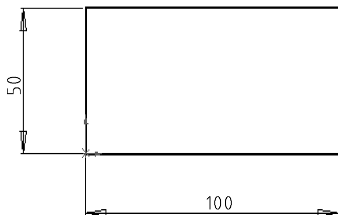



图2-99　草图1矩形

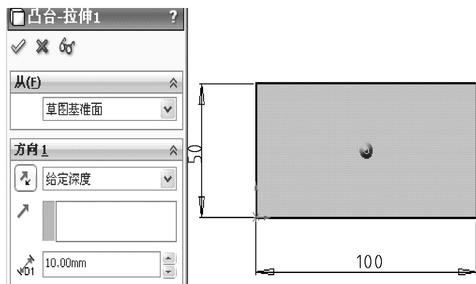



图2-100　长方体

（2）绘制草图阵列。

1）单击上一步得到的长方体的上表面后→→→，从弹出的菜单中选择方程式驱动的曲线这一项，随即弹出方程式驱动的曲线属性管理器，如图2-101所示，在方程式类型中选择显性，方程式中填入20 * sin(0.1 * x) +25，再在参数$X_1$后填入0；$X_2$后填入62.8，单击确定，生成如图2-102所示的正弦曲线。

2）利用绘制＊点的命令在正弦曲线上绘制起点为（0，25），以后各点横坐标差为5的一系列点共13个，单击确定，结束阵列草图2的绘制。

3）选择上一步的正弦曲线的绘制平面作为新草图的绘制平面，单击→

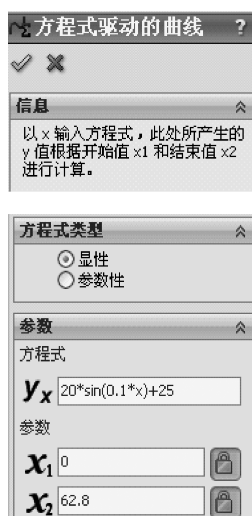



图2-101　方程式驱动的曲线属性管理器

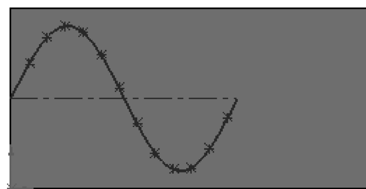


图 2-102　正弦曲线

→，绘制圆，圆心在正弦曲线的起点，圆的半径为 2mm，如图 2-103 所示，然后单击拉伸凸台/基体，深度为 10mm，如图 2-104 所示。

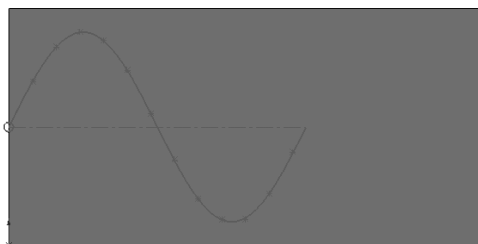


图 2-103　圆草图

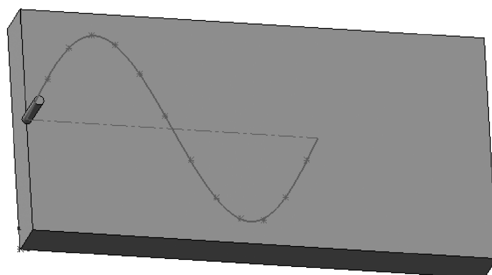


图 2-104　拉伸圆柱

（3） 草图驱动阵列。

从主菜单中单击插入→阵列/镜像→草图驱动的阵列后，弹出草图驱动的阵列

属性管理器对话框，在参考草图填入草图2、阵列特征填凸台-拉伸2，单击图标确定，得到如图2-105所示的草图2驱动的阵列圆柱。

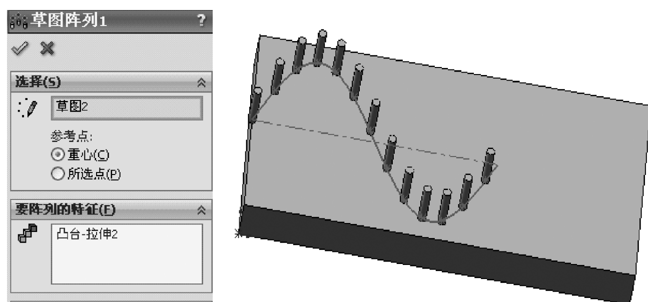



图2-105　草图驱动的阵列圆柱

## 2.14　包覆特征实例——旋转楼梯

（1）生成中心立柱。

1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

2）单击上视基准面→→→，绘制草图圆，圆心在坐标原点，半径为35mm，然后单击退出草图绘制。

3）单击“特征”工具栏上的“拉伸凸台/基体”图标按钮，在“拉伸1”属性管理器和绘图区中进行设置和选择，如图2-106所示，单击图标确定。

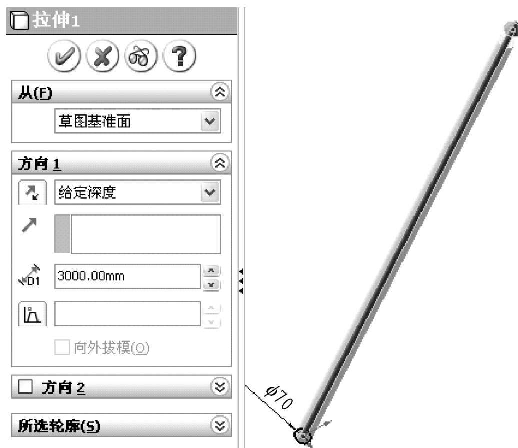



图2-106　生成中心立柱

（2）包覆特征。

1）单击前视基准面→→→，绘制出一个长方形，尺寸长为200mm，宽为110mm，其中的一个顶点在坐标原点，草图如图2-107所示。

2）对草图 2 画出的长方形进行“线性草图阵列和复制”，阵列角度和尺寸以及个数按照包覆特征的要求设置（注：整列的草图不互相重叠且范围又不可超出包覆的曲面范围）。本例输入的各项数值如图 2-108 所示。

3）从设计的特征树中选中草图 2 后，单击“特征”工具栏上的“包覆”图标按钮，在“包覆 3”属性管理器和绘图区中进行设置和选择，如图 2-109 所示，单击图标确定。

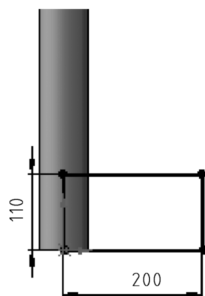



图 2-107　长方形草图

（3）楼梯加装护栏。

1）选中中心立柱的底面，把这一平面作为绘制草图的平面，单击→→

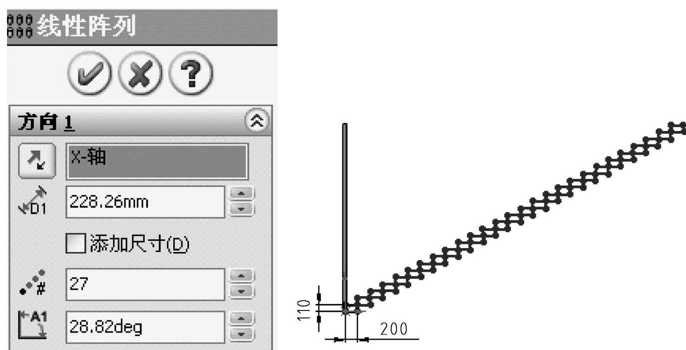



图 2-108　长方形线性阵列图

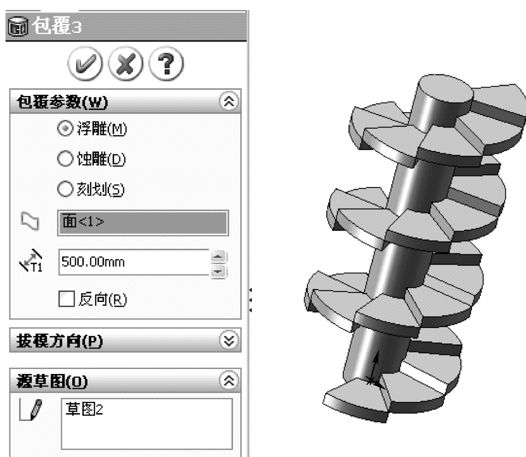



图 2-109　包覆特征管理器和旋转楼梯

绘制半径为 735mm 的圆，选中刚才画的圆，然后单击构造几何线，再画圆心在半径为 735mm 的圆上、半径为 15mm 的圆，并且圆周阵列，如图 2-110 所示，然

后单击退出草图绘制。

2）选中草图3，单击“特征”工具栏上的“拉伸凸台/基体”图标按钮，拉伸长度填3000mm，单击图标确定，得到完整旋转楼梯如图2-111所示。

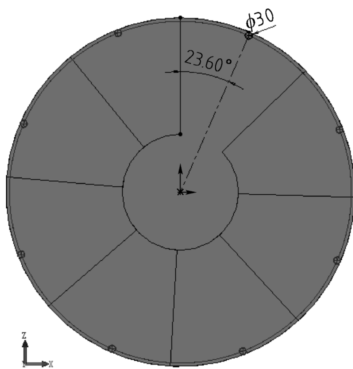



图2-110 护栏草图

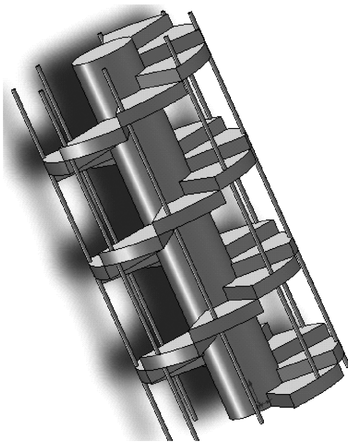


图2-111 完整旋转楼梯

## 2.15 表格驱动方法生成多个配置

以圆柱弹簧为例用表格驱动的方法生成多个配置。

要求：设计一个弹丝直径为$\phi$10mm、弹簧中径为$\phi$100mm、螺距为30mm、圈数是7、螺旋角起始角为0°的弹簧，利用配置生成弹丝直径为$\phi$20mm、中径为$\phi$100mm、螺距为50mm、圈数是6、螺旋角起始角为90°的弹簧；弹丝直径为$\phi$5mm、中径为$\phi$100mm、螺距为20mm、圈数是8、螺旋角起始角为180°的弹簧。

（1）单击“新建”按钮，新建一个零件文件。

（2）选取前视基准面，单击“草图绘制”按钮，进入草图绘制。绘制如图2-112所示的草图，单击，标注直径为100mm，单击“重新建模”按钮，结束草图绘制。

（3）选择刚画出的圆，单击“插入”→“曲线”→“弹簧涡状线”，在特性管理器中按照要求输入已知的参数，即螺距30mm，圈数7。

（4）选中螺旋线的一个端点，单击“插入”→“参考几何体”→“基准面”，选择垂直于曲线建立基准面，在该基准面画直径为10mm的圆，并利用标注命令标注，如图2-113所示。

（5）利用特征扫描命令选择直径为10mm的圆为扫描轮廓，螺旋线为扫描路径，单击“确定”得到如图2-114所示的弹簧。

（6）单击“插入”→“系列零件设计表”→弹出系列零件设计表的特征属性管理器，选择自动生成单击“确定”按钮，同时弹出尺寸对话框，此时按住“Ctrl”

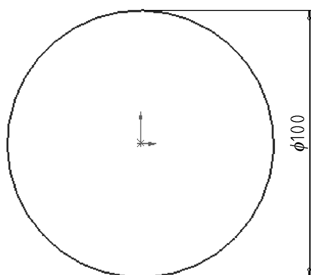



图 2-112　弹簧中径草图

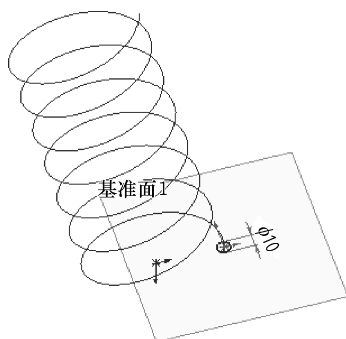



图 2-113　弹簧轮廓和路径草图

键单击逐一选中尺寸对话框中的所有项目，并且单击“确定”按钮，如图 2-115 所示。

（7）从弹出的电子表格中依照各项参数的意义，和要生成配置弹簧的参数填表，如图 2-116所示。

（8）单击配置符号，会出现零件 1、零件 2、零件 3 和默认，此时鼠标选中零件 2，单击鼠标右键，如图 2-117 所示，单击显示配置得到尺寸为零件 2 的弹簧，如图 2-118 所示，同理可以得到尺寸为零件 3 的弹簧，如图 2-119 所示。

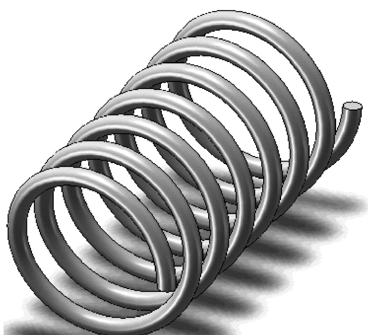


图 2-114　扫描生成弹簧图




图 2-115　生成系列零件设计表过程图

| | A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 系列零件设计表是为: 零件1 | | | | | | |
| 2 | | D7@螺旋线/涡状线1 | D5@螺旋线/涡状线1 | D4@螺旋线/涡状线1 | D3@螺旋线/涡状线1 | D1@草图2 | |
| 3 | 零件1 | 0 | 7 | 30 | 210 | 10 | |
| 4 | 零件2 | 90 | 6 | 50 | 300 | 20 | |
| 5 | 零件3 | 180 | 8 | 20 | 160 | 5 | |
| 6 | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | |

Sheet1

图 2-116 生成系列零件设计图

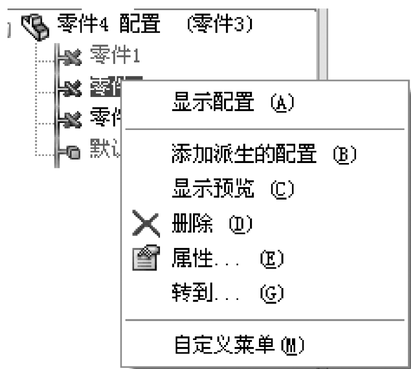



图 2-117 显示配置过程图

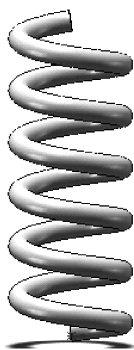


图 2-118 尺寸为零件 2 的弹簧

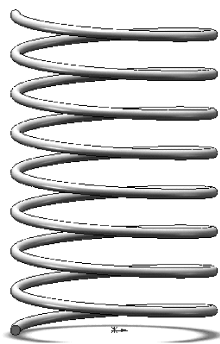


图 2-119 尺寸为零件 3 的弹簧

## 2.16 压弯实例——麻花钻

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（2）单击前视基准面→→进入草图绘制，用绘制“直线”工具和“智能尺寸”工具绘制出如图 2-120 所示的草图，单击退出草图绘制。

（3）旋转成型，从特征工具栏中选择“旋转”图标按钮旋转凸台/基体→弹出“旋转”属性管理器，过坐标原点的竖直直线作为旋转的轴线，其他各项设置如图 2-121所示，单击“确定”图标按钮得到钻头的基体。

（4）绘制“草图 2”，作为切除-扫描的路径线。单击前视基准面→→进入草图绘制，用绘制“直线”工具绘制出一条竖线，偏移原点 1.5mm，用“样条曲线”连接竖线的另一个端点并使用“添加几何关系”使样条曲线和竖线平滑过渡（相切），尺寸如图 2-122 所示，单击退出草图绘制。

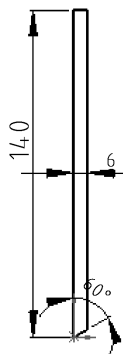



图 2-120　绘制草图 1

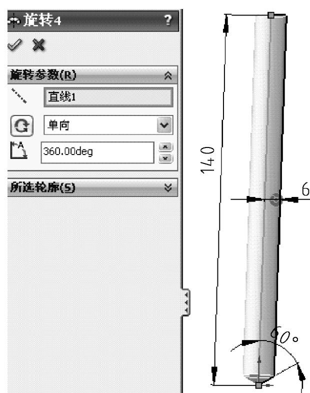



图 2-121　旋转基体

（5）绘制切除扫描的截面：单击 上视基准面 →→，绘制出一条曲线，使样条曲线上的点穿透草图 2 的直线，如图 2-123 所示。

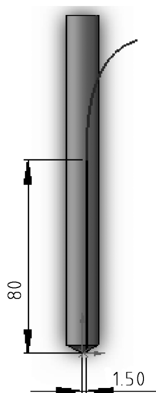



图 2-122　绘制草图 2

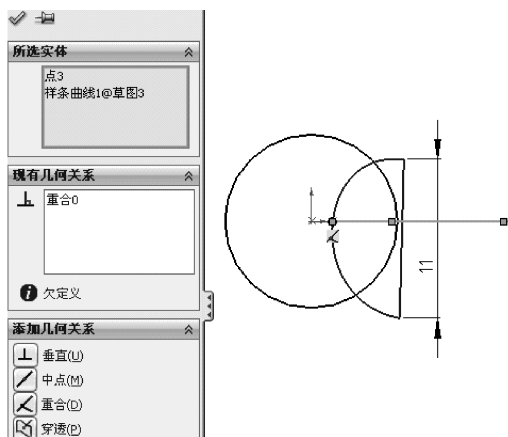



图 2-123　草图绘制和添加穿透关系

（6）切除扫描，单击菜单“插入”→“切除”→“扫描”，弹出“切除-扫描”属性管理器，在设计特征树中把“草图 4”加入扫描的轮廓，“草图 3”加入扫描的路径，如图 2-124 所示，单击“确定”按钮。

（7）圆周阵列。单击菜单“视图”在弹出的菜单中单击“临时轴”，在绘制实体图中显示蓝色点画线的旋转轴。单击菜单“插入”→“阵列/镜像”→“圆周阵列”，弹出“阵列圆周 1”属性管理器，阵列特征填入上一步的“切除-扫描”特征、整列轴线单击临时轴、阵列个数填入 2、勾选“等间距”，如图 2-125 所示，单击“确定”图标按钮。

（8）单击菜单“插入”→“特征”→“弯曲”，弹出“弯曲1”属性管理器，




图 2-124　切除-扫描过程图

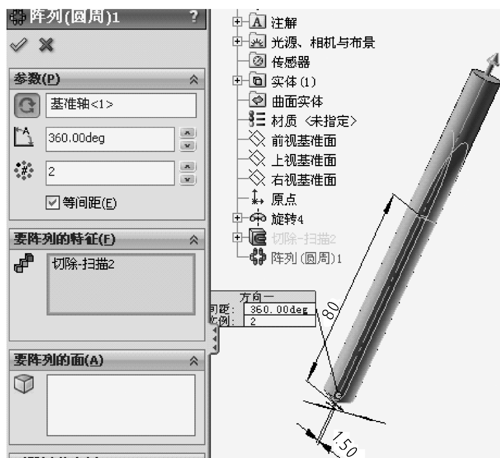



图 2-125　切除-扫描特征圆周阵列图

在管理器弯曲类型选为“扭曲”，用鼠标单击弯曲的实体图标，单击阵列后的钻头实体，出现扭曲轴和两个剪裁基准面，在扭曲角度中输入 720°，在剪裁基准面 2 图标中输入 25mm，在三重轴中输入旋转原点 0mm、84mm、0mm，输入旋转角度 270°、0°、280°，如图 2-126 所示，单击“确定”图标按钮。弯曲后的模型如图 2-127 所示。




图 2-126　弯曲过程图

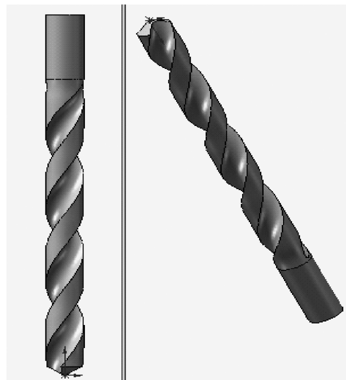


图 2-127　钻头成形结果图

# 第3章 综合造型



## 3.1 渐开线直齿圆柱齿轮造型

例3.1 生成一个模数为 $m = 10$mm、齿数为23齿的渐开线标准直齿圆柱齿轮（见图3-1），其中轴孔的直径为 $D = 70$mm，键槽的宽度为 $b = 20$mm（$t_1 = 4.9$mm）。

建模思路分析：齿轮的造型关键是齿廓曲线的生成，而齿廓曲线的组成依赖于齿轮的齿数，当齿数小于等于41齿时，齿廓曲线由齿根过渡曲线（圆弧）、直线和渐开线组成；当齿数大于等于42齿时，齿廓曲线由齿根过渡曲线（圆弧）和渐开线组成。原因在于随着齿数的不同，当齿数小于等于41齿时齿根圆半径小于基圆半径，当齿数大于等于42齿时齿根圆半径大于基圆半径，渐开线不可能在基圆之内。

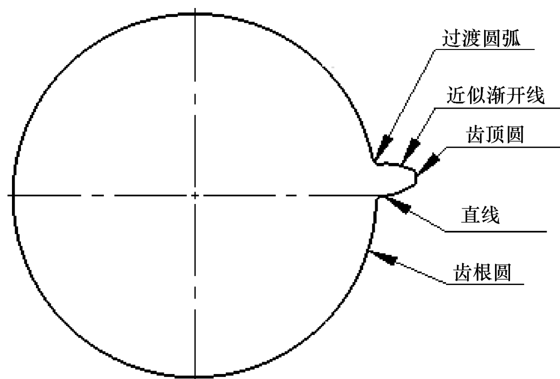



图3-1 齿数为23齿的齿廓曲线的组成图

在SolidWorks软件中一般使用选取渐开线上几个点然后样条曲线拟合，所以齿廓曲线的生成至少需要四个点：渐开线与齿顶圆的交点、渐开线与分度圆的交点、渐开线与基圆的交点、渐开线与齿根圆的交点（或是径向线与齿根圆的交点），如果希望曲线的精度更高，则可以在这些点之间插入较多的点。这些点的坐标可以通过以下方法获得。

$$d = mz$$

$$d_a = m(z + 2)$$

$$d_f = m(z - 2.5)$$

$$d_b = mz\cos\alpha$$

$$s_k = s\frac{r_k}{r} - 2r_k(\mathrm{inv}\alpha_k - \mathrm{inv}\alpha)$$

$$\phi = \frac{s}{r} - 2(\mathrm{inv}\alpha_k - \mathrm{inv}\alpha)$$

$$\mathrm{inv}\alpha_k = \tan\alpha_k - \alpha$$

$$\cos\alpha_k = \frac{r_b}{r_k}$$

$$s = \pi\frac{m}{2}$$

式中　$m$——模数；

$z$——齿数；

$d_a$——齿顶圆直径；

$d_f$——齿根圆直径；

$d_b$——基圆直径；

$\alpha$——分度上的压力角为20°；

$s_k$——齿轮任意圆上的齿厚公式中的角度（rad）；

$\phi$——任意圆上齿厚 $s_k$ 所对应的圆心角度。

下面是其建模的具体步骤：

（1）根据以上的公式：可以算出模数 $m = 10$mm，齿数为23齿的齿轮分度圆、齿顶圆、齿根圆、基圆的直径分别为 $d = 230$mm、$d_a = 250$mm、$d_f = 205$mm、$d_b = 216.1293$mm。

（2）单击“新建”按钮，在“新建 SolidWorks 文件”对话框中双击“零件”图标。在特征管理器中选择“前视基准面”，单击草图绘制按钮，进入草图绘制，利用草图绘制工具“圆”，绘制以系统的原点为圆心的四个圆，分别等于齿轮齿顶圆、分度圆、齿根圆、基圆的直径，如图3-2所示。

（3）绘制六条射线：由以上的公式计算出齿顶圆、分度圆、基圆在一个齿形中对应的圆心角度分别为3.2294°、7.8261°、9.5340°，过圆心作齿顶圆、分度圆、基圆的半径线与同一圆半径夹角分别等于上述三个角度，如图3-3所示。

（4）由于本例的齿数为23齿，故基圆半径大于齿根圆半径，齿廓根部是一段径向线，其余的射线同各圆的交点为渐开线上的点，用“样条曲线”命令去画，再用“倒圆”命令画出根部圆角，同时剪切多余的线条就得到一个轮齿的廓线，如图3-4所示。

（5）然后利用拉伸长度为50mm（等于齿轮的宽度），得到如图3-5所示的图形。

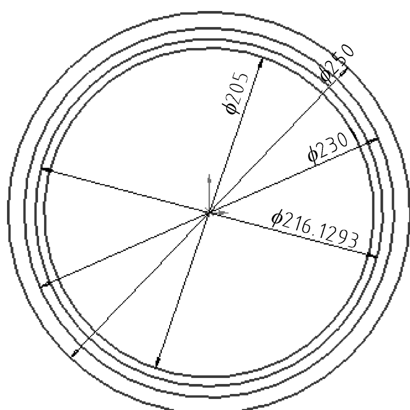



图3-2　齿顶圆、分度圆、齿根圆、基圆草图

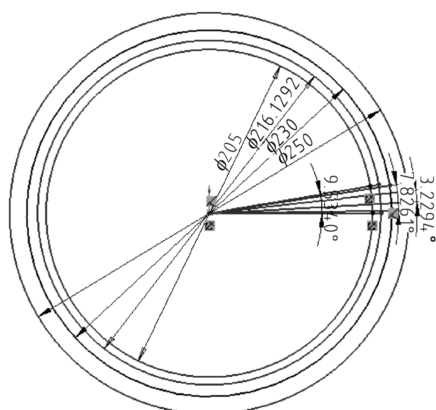



图3-3　六条射线草图

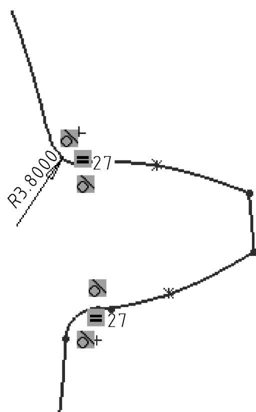



图3-4　一个轮齿完整的齿廓

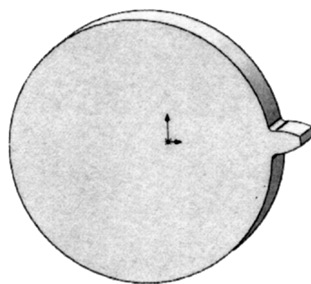


图3-5　一个轮齿的齿坯

（6）单击主菜单的“插入”→弹出菜单选中“参考几何体”→弹出菜单选中“基准轴”后，单击图中的圆柱体得到如图3-6所示的图形。




图3-6　插入基准轴的图示

（7）单击特征命令“圆周阵列”弹出图 3-7 所示对话框，在参数栏中选中圆柱体部分的基准轴线 2，阵列个数填 23 阵列特征从特征树中选择“拉伸 1”，如图 3-7 所示。单击确定后得到轮齿完整的齿坯图，如图 3-8 所示。




图 3-7　轮齿阵列图

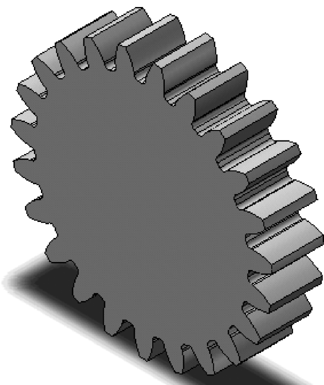


图 3-8　轮齿完整的齿坯图

（8）选中齿轮的端面单击正视于，单击草图绘制按钮，进入草图绘制，绘制出轴孔和键槽，单击确定后得到完整的整体式齿轮，如图 3-9 所示。

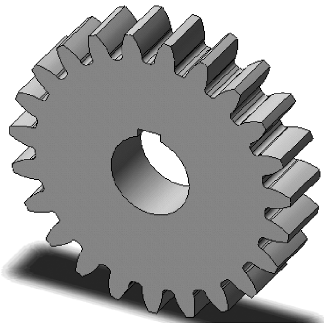


图 3-9　$m=10$，$z=23$ 的整体式齿轮

## 3.2　渐开线斜齿圆柱齿轮造型

例 3.2 生成一个法面模数为 $m_n=10$mm、齿数为 20 齿、螺旋角 $\beta=15°$ 的圆柱斜齿轮，其中轴孔的直径 $D=70$mm，键槽的宽度 $b=20$mm（$t_1=4.9$mm）。

由于斜齿轮的齿面为渐开螺旋面，故其端面的齿形和垂直于螺旋线方向的法面齿形是不相同的，因此法面参数和端面参数也不相同。由于加工的原法面的参数都为标准值，但是考虑斜齿轮的几何尺寸和传动关系却是按端面的参数来进行计算，所以应考虑法面参数和端面参数的换算关系，它们的关系如下：

分度圆螺旋角　　$\beta$　　　一般取 8°～20°

| | | |
|---|---|---|
| 基圆螺旋角 | $\beta_b$ | $\tan\beta_b = \tan\beta\cos\alpha_t$ |
| 法面模数 | $m_n$ | 取标准值 |
| 端面模数 | $m_t$ | $m_t = m_n/\cos\beta$ |
| 法面压力角 | $\alpha_n$ | $\alpha_n = 20°$ |
| 端面压力角 | $\alpha_t$ | $\tan\alpha_t = \tan\alpha_n/\cos\beta$ |
| 法面齿顶高系数 | $h_{an}^*$ | $h_{an}^* = 1$ |
| 法面顶隙系数 | $c_n^*$ | $c_n^* = 0.25$ |
| 分度圆直径 | $d$ | $d = zm_t = zm_n/\cos\beta$ |
| 基圆直径 | $d_b$ | $d_b = d\cos\alpha_t$ |
| 齿顶高 | $h_a$ | $h_a = m_n(h_{an}^* + x_n)$ |
| 齿根高 | $h_f$ | $h_f = m_n(h_{an}^* + c_n^* + x_n)$ |
| 齿顶圆 | $d_a$ | $d_a = d + 2h_a$ |
| 齿根圆 | $d_f$ | $d_f = d - 2h_f$ |

下面是其建模的具体步骤：

（1）根据以上的公式：可以算出模数 $m_n = 10$mm、齿数为20，螺旋角 $\beta = 15°$，圆柱斜齿轮的端面齿顶圆、分度圆、齿根圆、基圆的直径分别为 $d = 207.0552$mm、$d_a = 227.0552$mm、$d_f = 182.0552$mm、$d_b = 193.7556$mm。

（2）单击“新建”按钮，在“新建 SolidWorks 文件”对话框中双击“零件”图标。在特征管理器中选择“前视基准面”，单击草图绘制按钮，进入草图绘制，利用草图绘制工具“圆”，绘制以系统的原点为圆心的四个圆，分别等于斜齿轮端面齿顶圆、分度圆、齿根圆、基圆的直径，如图3-10所示。

（3）绘制六条射线：把直齿轮任意圆上齿厚公式中法向的参数换算成斜齿轮端面的参数，计算出齿顶圆、分度圆、基圆在一个齿形中对应的圆心角度分别为2.713 976°、9.183 294°、10.693 904°，过圆心作齿顶圆、分度圆、基圆的半径线与同一圆半径夹角分别等于上述三个角度，如图3-11所示。

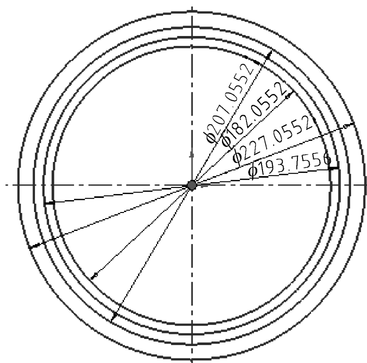


图3-10　斜齿轮端面齿顶圆、分度圆、齿根圆、基圆草图

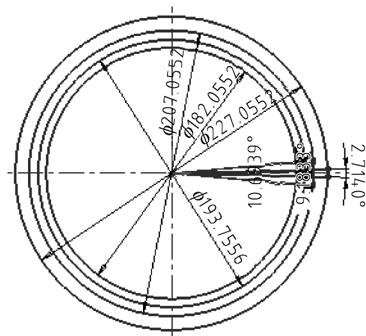


图3-11　六条射线草图

（4）由于本例的齿数为20齿，故基圆半径大于齿根圆半径，齿廓根部是一段径向线，其余的射线同各圆的交点为渐开线上的点，用“样条曲线”命令去画，再用“倒圆”命令画出根部圆角，同时剪切多余的线条就得到一个轮齿的廓线，然后阵列如图3-12所示。

（5）创建扫描路径螺旋线。在特征管理器中选择“前视基准面”，单击草图绘制按钮，进入草图绘制，利用草图绘制工具“圆”，绘制以系统的原点为圆心、齿顶圆直径为直径的圆，然后单击主菜单的“插入”→“曲线”→“螺旋线/涡状线”，弹出螺旋线/涡状线的属性管理器，定义方式选择螺距和圈数，螺距填入2427.636 0mm、圈数为50/2427.636 0 = 0.020 5圈、起始角度填入0°，单击确定后得到螺旋线，如图3-13所示。

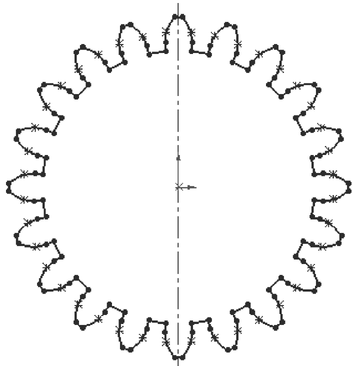


图3-12　斜齿轮端面草图

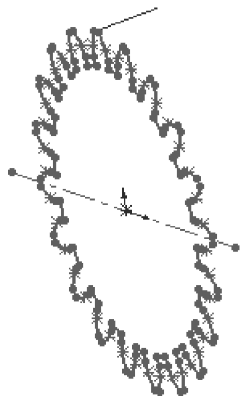


图3-13　斜齿轮端面草图及扫描螺旋线

（6）单击特征命令扫描，弹出特征属性管理器对话框，在轮廓填入齿轮端面草图，路径填入螺旋线（螺旋线/涡状线1），单击确定后得到斜齿轮齿坯，如图3-14所示。

（7）同直齿轮建模一样绘制轴孔和键槽，得到完整的斜齿轮，如图3-15所示。

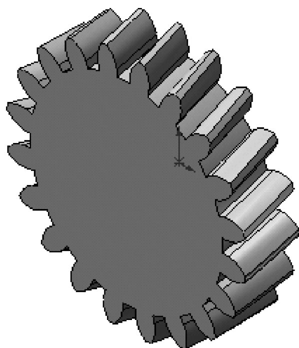


图3-14　斜齿轮齿坯图

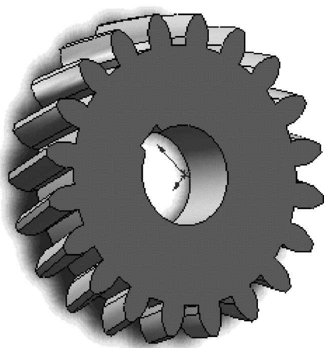


图3-15　斜齿轮

## 3.3　轮胎的造型

（1）生成拉伸特征。

1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

2）单击 前视基准面→→→，绘制出车轮外形的草图，其中要注意的是轮廓外圆的绘制要准确地知道圆的周长或利用方程式的相等关系。

方法一：直接画一个圆，然后标出半圆的弧长，再利用弧长乘以2就是圆周长了，注意要把圆分成两半，单击“草图绘制工具”工具栏上的“分割实体”图标按钮把圆打断，得到圆上的两个点，然后设置两个点和圆心三点在同一直线上，可以用构造线或中心线加以控制。如图3-16所示。

方法二：画出两个同心圆，标出两直径，对半打断圆（操作方法同上），然后标出半圆的弧长，再利用弧长乘以2就是圆周长了，但要注意的是由于标出的半圆弧长是灰色的，是从动尺寸，数字精度不够，可以利用方程式解决这个问题。

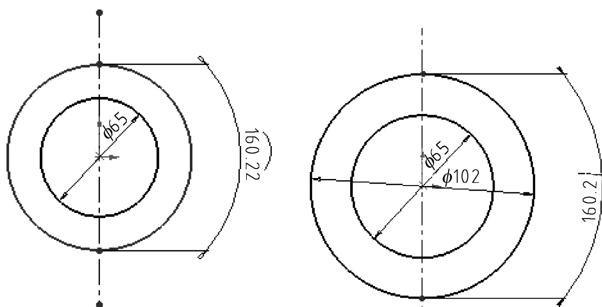



图3-16　轮胎草图

3）单击“特征”工具栏上的“拉伸-凸台/基体”图标按钮，在“拉伸1”属性管理器和绘图区中进行设置和选择，如图3-17所示，单击图标确定。

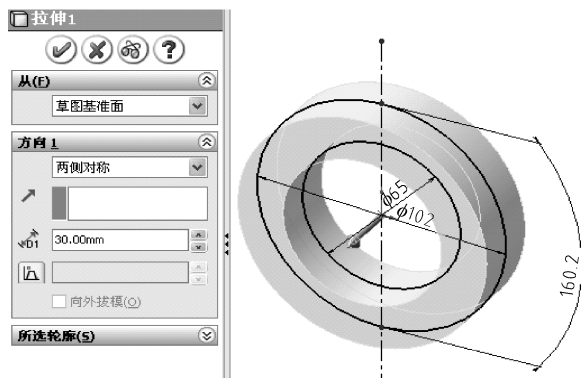



图3-17　拉伸属性管理器

（2）绘制螺旋线/涡状线。

1）单击 前视基准面→→→，绘制出一个直径为 $\phi6$ 的圆。

2）单击“曲线”工具栏上的“螺旋线/涡状线”图标按钮，或单击菜单“插入”→“曲线”→“螺旋线/涡状线”，在“螺旋线/涡状线”属性管理器和绘图区中进行设置和选择，如图3-18所示，其中周长是 160×2＝320mm，单击图标确定。




图3-18　“螺旋线/涡状线”属性管理器和显示特征尺寸的快捷菜单

3）要注意的是如果我们采用方法二作草图，就要添加方程式了，设置螺旋线/涡状线的方法同上述一样，然后在特征管理器中用鼠标右键选中“注解”，弹出快捷菜单，如图3-18所示。

4）选择“显示特征尺寸”，这时候会发现比较乱的尺寸显示，如图3-19所示，并不是所有的尺寸都是我们需要的，我们只需要图中的320和160.2两个尺寸。

5）单击菜单“工具”→“方程式”，或单击工具栏上的“方程式”图标Σ，弹出“方程式”对话框，如图3-20所示。单击右上角的“添加”，然后选择需要的两个数，添加方程式的具体方法是先单击“320”，然后输入“＝”，接着单击160.2，然后输入“*”，最后输入“2”，再单击两次“确定”按钮，同时不要忘记取消“显示特征尺寸”。

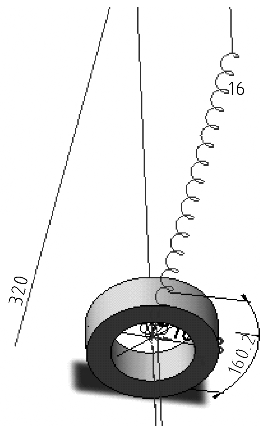



图3-19　显示特征尺寸

（3）包覆1。

1）单击 右视基准面→→，选中刚刚生成的螺旋线，单击“草图绘制工

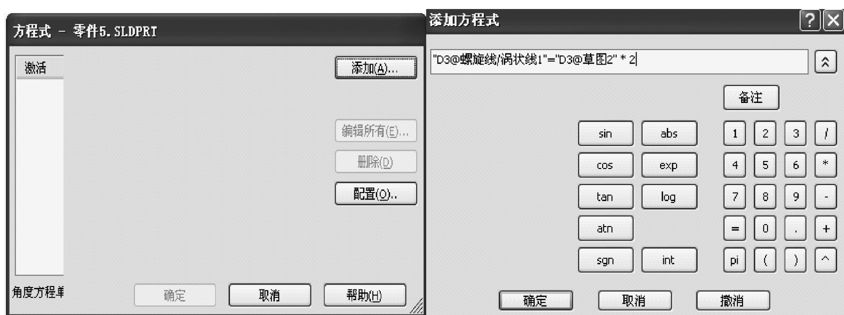



图 3-20　添加尺寸方程式对话框和具体过程图

具”工具栏上的“等距实体”图标按钮，使螺旋线在平面上的投影向左向右各偏移 1mm，接着用直线连起相近的两头，这样草图就组合成闭合的轮廓线，如图 3-21 所示。

2）退出草图编辑状态，用特征树选中刚才绘制的草图，单击特征工具栏上的“包覆”图标按钮，在弹出的“包覆 1”属性管理器和绘图区域中进行设置和选择，如图 3-22 所示，单击“确定”图标。

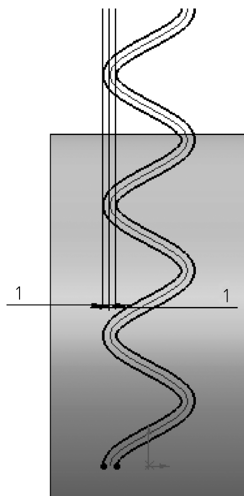



图 3-21　草图 4




图 3-22　包覆 1

（4）包覆 2。

1）作出两侧边的斜条，方法与包覆 1 的操作类似，单击 右视基准面→→，绘制草图尺寸，如图 3-23 所示，选中草图 5 单击特征工具栏上的“包覆”图

标按钮，在弹出的“包覆 1”属性管理器和绘图区域中进行设置和选择，单击“确定”图标，如图 3-24 所示。

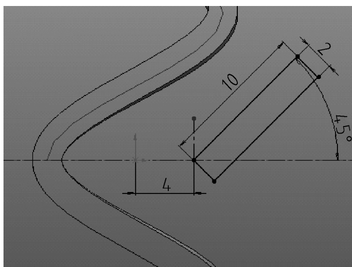



图 3-23　草图 5

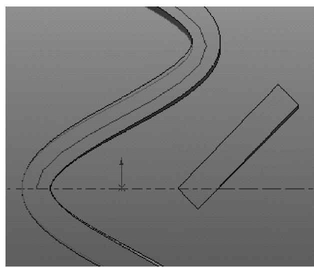


图 3-24　包覆 2

2）单击菜单→视图→弹出菜单选中临时轴，此时在绘图区轮胎圆柱轴线位置出现蓝白相间的直线，单击特征工具条上的“圆周整列”图标按钮，在“圆周整列 1”中选择参数，在“实例数”中输入 16，注意输入的值与螺旋线的圈数是相等的，单击“确定”图标，如图 3-25 所示。

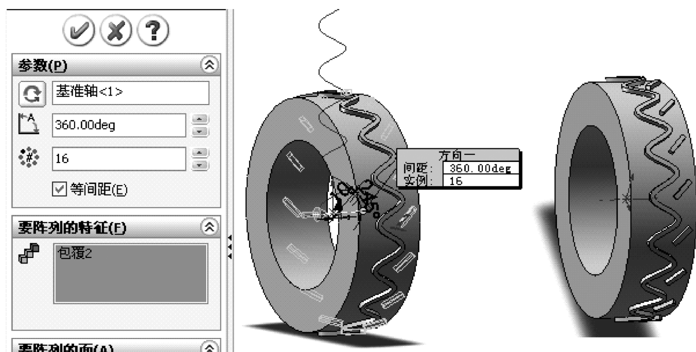



图 3-25　斜条整列图

（5）包覆 3。

1）作轮胎斜条的左侧部分，这时可以转化实体引用、草图镜像和实体移动的命令完成另半边斜条的草图，先选择放置草图的面，这里选中“右视基准面”或直接从特征管理器中选择 右视基准面→→，开始绘制草图，按住 Ctrl 键选中包覆 1 的特征边线单击转化实体引用，如图 3-26 所示，绘制过原点的中心线，把刚才得到的矩形镜像到下侧后，并选中下侧的矩形，单击草图绘制工具中的移动实体，在弹出的对话框中分别输入 –17 和 –4，单击“确定”图标，如图 3-27 所示，再删除上侧的矩形得到轮胎包覆 3 前的正确草图。

2）退出草图编辑状态，用特征树选中刚才绘制的草图，单击特征工具栏上的“包覆”图标按钮，在弹出的“包覆 1”属性管理器和绘图区域中进行设置和选

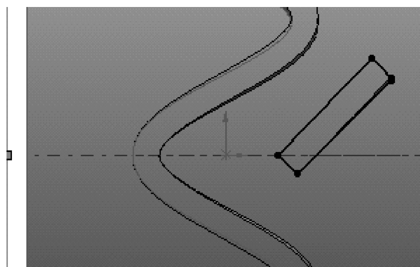


图 3-26　转换实体引用得到草图

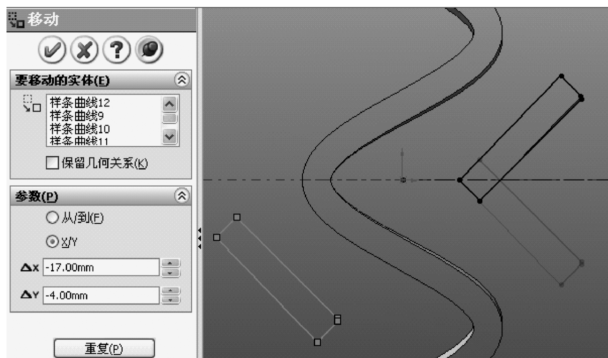



图 3-27　矩形平移过程图

择，如图 3-28 所示，单击“确定”图标。

3）单击菜单→视图→弹出菜单选中临时轴，此时在绘图区轮胎圆柱轴线位置出现蓝白相间的直线，单击特征工具条上的“圆周整列”图标按钮，在“圆周整列 1”中选择参数，在“实例数”中输入 16，注意输入的值与螺旋线的圈数是相等的，单击“确定”图标，如图 3-28 所示。




图 3-28　左侧斜条生成过程图

（6）利用旋转特征把“鼓”的外形套上去。

1）单击 右视基准面→ → ，先绘制一条直线，然后定义直线的2个端点与圆柱的2个圆弧有穿透关系，接着选中直线的两个端点，绘制一段圆弧，使圆弧在圆柱实体的外侧，标注圆弧尺寸为“100”，然后在任意位置绘制出一条中心线，定义中心线的中点与原点重合，并且使中心线与刚才作的直线平行，“鼓”形的草图就完成了，如图3-29左图所示，单击图标 退出草图绘制。

2）单击特征工具栏上的“旋转”图标按钮 ，在“旋转1”属性管理器和绘图区域中进行设置和选择，如图3-29所示，单击“确定”图标 。

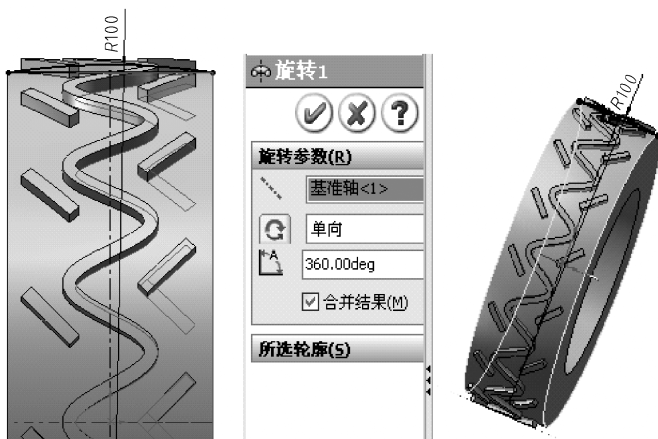



图3-29　加“鼓”外形图

（7）利用“旋转切除特征”把不需要的外形去掉。

1）在特征管理器中展开上一特征，显示草图，单击鼠标右键，从弹出的对话框中选择“显示”，这时候刚作的草图出现。

2）单击 右视基准面→ → ，选中刚才显示的草图圆弧，单击“草图绘制工具”工具栏上的“等距实体”图标按钮偏移0.5mm，然后由偏移出来的弧线的2个端点向外绘制两条直线，最后用直线使它成为闭合草图，如图3-30所示。

3）接着绘制出中间部分草图，如图3-30所示，其中蛇形线可以用样条曲线绘制出来。然后控制点的位置，调整到图形中的形状就可以了，长7.5mm的直线与圆柱顶面添加“共线”的几何关系，长2.5mm的直线与圆柱内圆面添加“共线”的几何关系，*R*8.6mm的圆弧与长7.5mm的直线添加“相切”的关系，并且与蛇形线也添加“相切”的关系，接着绘制出中心线，使其原点在中心线上，然后镜像放大部分如图3-31所示。

4）单击特征工具栏上的“旋转切除”图标按钮 ，在“旋转切除1”特征属性管理器和绘图区域中进行设置和选择，如图3-32所示，单击“确定”图标 。注意选择水平中心线作为旋转轴线，切除结果如图3-32所示。

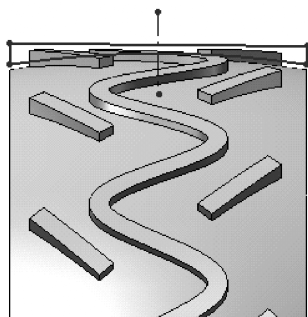


图 3-30　旋转切除草图上部

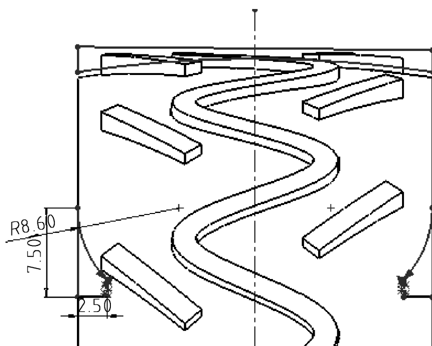



图 3-31　旋转切除草图左右侧



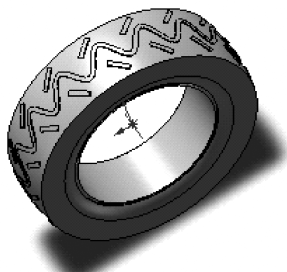



图 3-32　旋转切除结果图

5）单击 右视基准面→ → ，选择视图工具栏上的“线架图”按钮 ，选中轮胎的外鼓形弧线、侧面轮廓线和弧线等，单击草图绘制命令转化实体引用 ，利用延伸实体和剪裁实体草图命令，再利用“等距实体偏移 ”，偏移距离为3mm，得到如图 3-33 所示的草图。再画竖直线和水平直线，完成如图 3-33 所示的内侧封闭草图。

6）把图 3-33 的草图外侧部分删除，用剩下的草图作为“旋转切除”草图，操作类似 4）的步骤得到轮胎中空的部分，如图 3-34 所示。

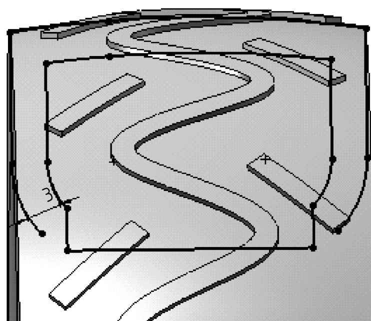


图 3-33　旋转切除的草图



图 3-34　切除中间部分

（8）给轮胎“鼓”形的两边线倒圆角。

单击特征工具栏上的“圆角”图标按钮，在“圆角1”属性管理器和绘图区域中进行设置和选择，圆角半径填入2mm，单击“确定”图标，得到完整轮胎造型图，如图3-35所示。



图3-35 完整轮胎造型图

## 3.4 篮球网造型

（1）放样曲面。

1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

2）单击 前视基准面→→→，绘制圆心在坐标原点、半径为25mm的圆，然后单击退出草图绘制。

3）单击菜单“插入”→参考几何体→基准面→弹出基准面对话框，如图3-36所示。选择等距距离图标，然后从设计树中单击 前视基准面，距离输入60mm，单击“确定”图标按钮即可建立基准面1。

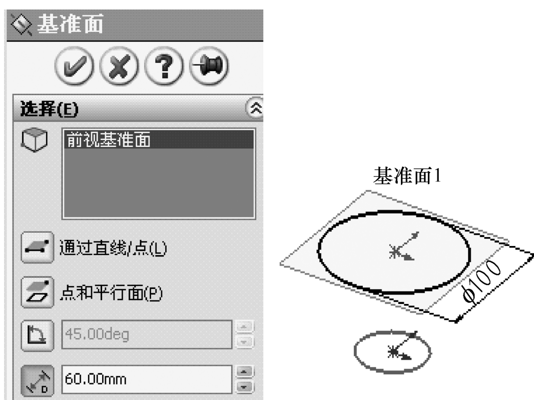



图3-36 基准面的建立

4）在刚才建立的基准面上绘制草图圆，圆心在坐标原点，半径为50mm的圆，然后单击退出草图绘制。

5）单击曲面工具栏上的“放样曲面”图标按钮，在“曲面-放样”属性管理器中的轮廓选项下进行设置和选择，如图3-37所示，单击“确定”图标按钮。




图3-37 放样过程图

（2）扫描曲面。

1）单击 前视基准面→，在草图处于激活状态时，单击模型下方的圆边线，单击草图绘制工具栏上的“转换实体引用”图标按钮，如图3-38所示。

2）单击菜单“插入”→“曲线”→ 螺旋线/涡状线(H)...，在“螺旋曲线1”属性管理器和绘图区中进行设置和选择，螺距输入400mm，圈数为0.15圈，如图3-39所示，单击“确定”图标按钮。

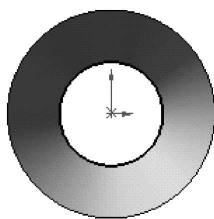


图3-38 放样图

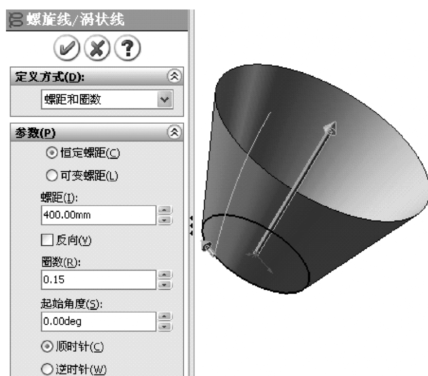



图3-39 螺旋线

3）单击 上视基准面→→→，绘制一条直线，单击“重建模型”图标按钮，如图3-40所示。

4）单击曲面工具栏上的“扫描曲面”图标按钮，在“面-扫描”属性管理器和绘图区中进行设置和选择，直线为扫描的轮廓，螺旋线为路径，单击“确定”图标按钮，结果如图3-41所示。

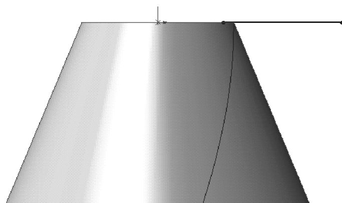


图3-40 草图

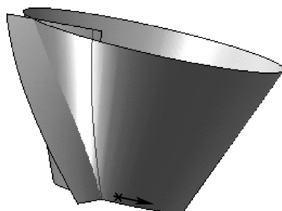


图3-41 曲面扫描

（3）绘制 3D 草图。

单击草图绘制工具栏上的“3D 草图”图标按钮→→依次选择扫描和放样曲面，如图 3-42 所示，单击“重建模型”图标按钮，如图 3-43 所示。

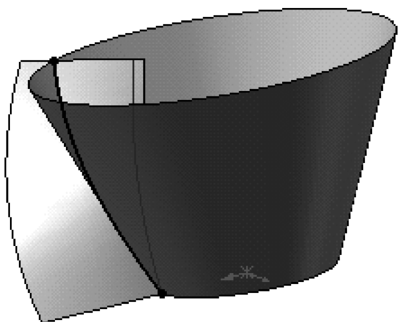


图 3-42　3D 曲线

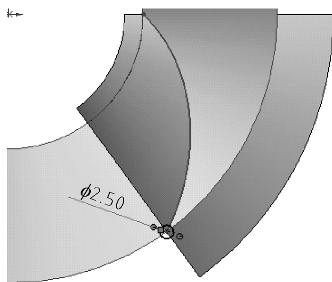



图 3-43　草图圆

（4）扫描一条篮网线。单击基准面 1→→→，绘制圆心在 3D 曲线的端点、半径为 1.25mm 的圆，然后单击退出草图绘制。

单击特征工具栏上的“扫描”图标按钮，在属性管理器和绘图区中进行设置和选择，如图 3-44 所示，单击“确定”图标按钮。

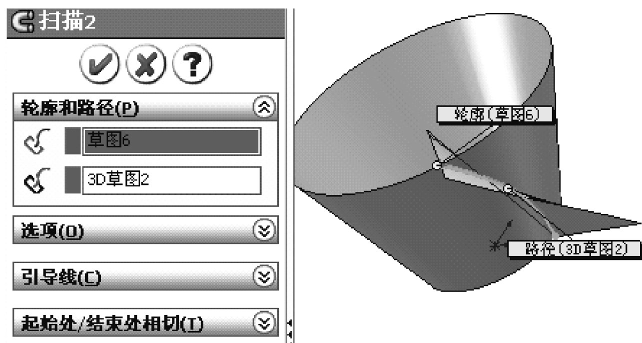



图 3-44　扫描属性管理器

（5）镜像。单击特征工具栏上的“镜像”图标按钮，在镜像/基准面中选择上视基准面，在要镜像的特征中选择扫描，得到一条篮网线，如图 3-45 所示。

（6）生成旋转特征。

1）单击 上视基准面→→，绘制 2 个草图圆，圆心分别在放样曲面上下边界，半径都为 1.25mm，然后单击退出草图绘制。

2）单击特征工具栏上的“旋转”图标按钮，在属性管理器和绘图区中进行设置和选择，如图 3-46 所示，单击“确定”图标按钮。

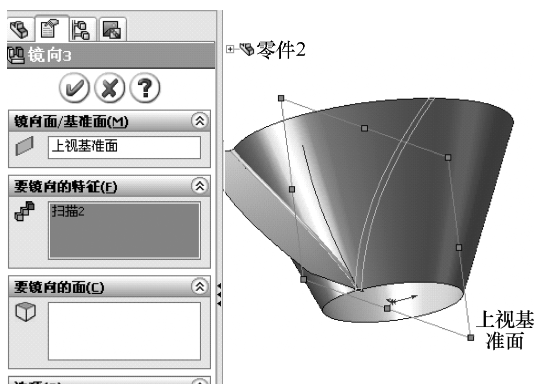



图 3-45　特征镜像

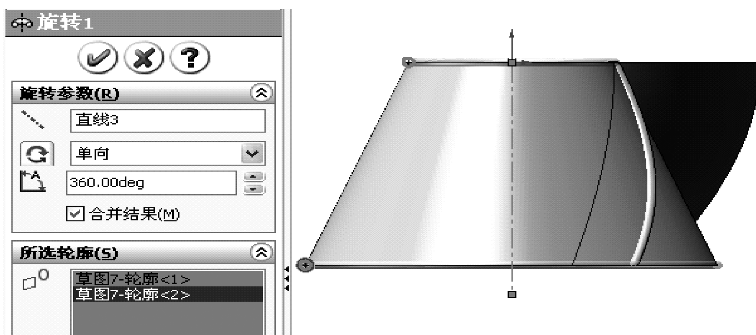



图 3-46　旋转成型

（7）生成圆周阵列特征。

1）单击菜单中的“视图”→临时轴。

2）单击特征工具栏上的“圆周阵列”图标按钮，在属性管理器在绘图区中进行设置和选择，如图 3-47 所示，单击“确定”图标按钮。

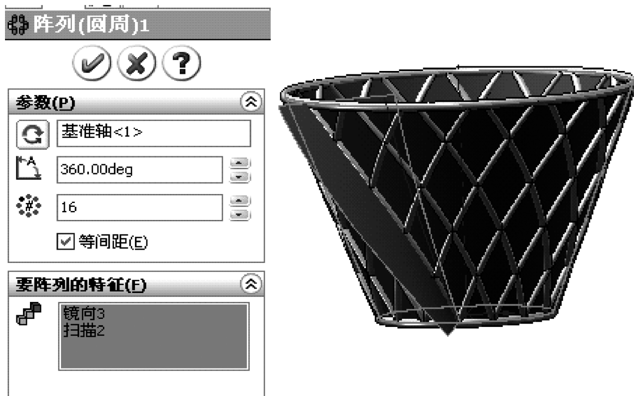



图 3-47　特征圆周阵列

（8）删除实体。

单击特征工具栏上的“删除实体”图标按钮，在属性管理器和绘图区中进行设置和选择，如图3-48所示，单击“确定”图标按钮，最后完成完整的篮球网，如图3-49所示。

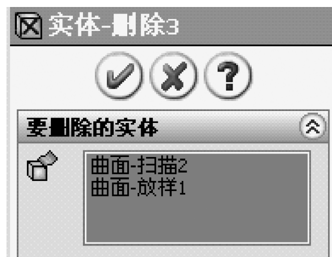



图3-48 删除实体

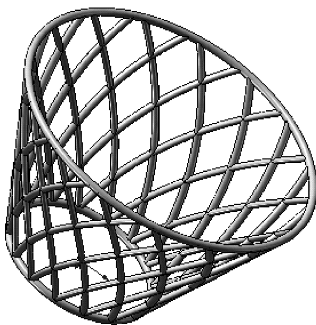


图3-49 篮球网

## 3.5 减速器上箱体设计

（1）创建箱盖主轮廓。

1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

2）单击 前视基准面→→进入草图绘制，用、、图标绘制草图，并在“尺寸/几何关系”工具栏中选择“添加几何关系”图标增加约束，使两圆弧和直线相切，并可以选择“剪裁实体”图标剪裁多余的线段，最后选择“智能尺寸”图标标注尺寸，得到如图3-50所示的草图，单击重建模型退出草图绘制。

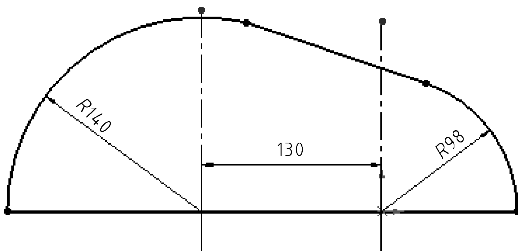



图3-50 绘制草图1

3）在“特征”工具栏中选择“拉伸-凸台”图标，弹出“拉伸1”属性管理器，在“方向1”和“方向2”中输入拉伸深度均为51mm，单击“确定”，拉伸出实体特征如图3-51所示。

4）在“特征”工具栏中选择“圆角”图标，弹出“圆角”属性管理器，

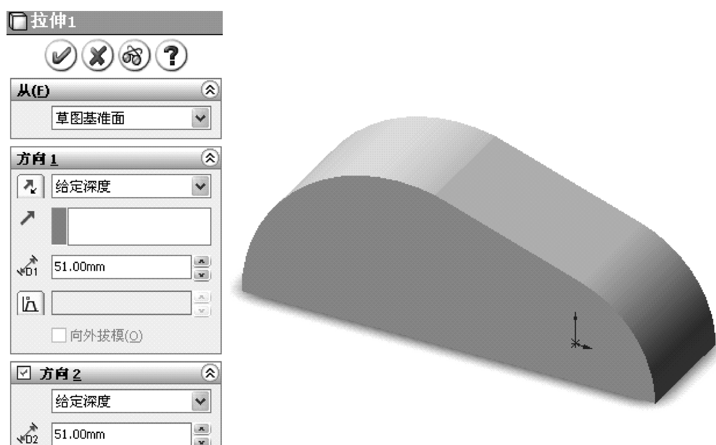



图 3-51　拉伸特征

如图 3-52 所示，在“圆角类型”栏中选择“等半径”选项，在“圆角项目”栏中设置圆角半径为 14mm，并在图形中依次选择图 3-51 的边线作为圆角边，最后得到的圆角特征如图 3-53 所示。



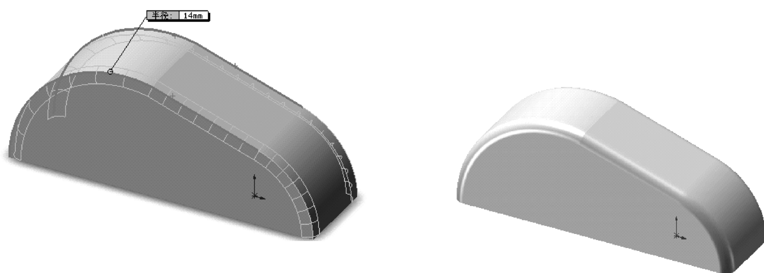



图 3-52　圆角属性管理器设置　　　　图 3-53　圆角特征

5）在菜单工具栏中单击“插入”→“特征”→“抽壳”图标，系统弹出“抽壳”属性管理器，在参数中输入 8mm，并从“移除材料的面”中选择底面，单击“确定”，完成抽壳特征的创建，如图 3-54 所示。

（2）创建箱盖凸缘和凸台。

1）从特征管理器设计树中选择 上视基准面→再选择“标准视图”工具栏中的正视于图标→单击进入草图绘制界面，用“中心线”、“矩形”图标绘制草图，其中可以使用“转换实体引用”图标，将第一步创建的模型内腔边线转换至草图平面。并在“尺寸/几何关系”工具栏中选择“添加几何关系”图标

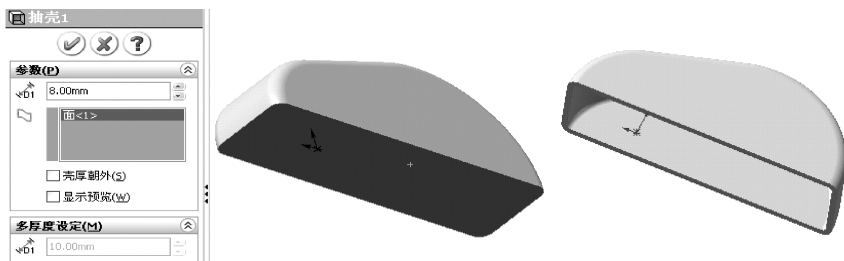



图 3-54 抽壳 1 属性管理器和抽壳结果

增加约束，使草图中矩形关于水平和竖直中心线对称，最后选择“智能尺寸”图标标注尺寸，得到如图 3-55 所示的草图。

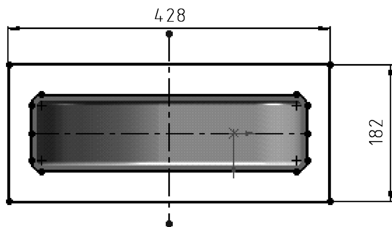



图 3-55 绘制草图 6

2）在“特征”工具栏中选择“拉伸-凸台”图标，弹出“拉伸 2”属性管理器，在“方向 1”中输入拉伸深度为 12mm，如果方向不正确可以单击方向的反方向。最后单击“确定”，拉伸出实体特征如图 3-56 所示。

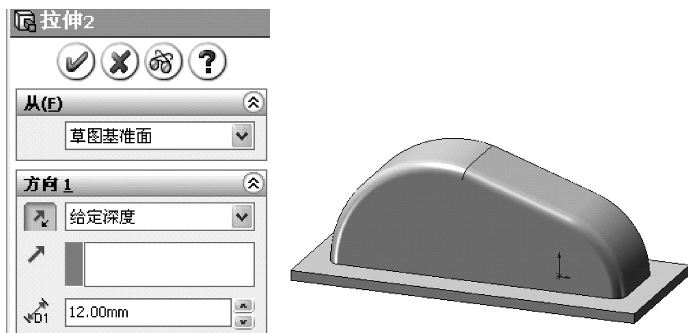



图 3-56 拉伸凸缘特征

3）从特征管理器设计树中选择 上视基准面→再选择“标准视图”工具栏中的正视于图标→单击进入草图绘制界面，用“中心线”、“矩形”、圆角图标绘制草图，并在“尺寸/几何关系”工具栏中选择“智能尺寸”图标标注尺寸，得到如图 3-57 所示的草图，然后利用特征工具栏中的“拉伸-凸台”特

征，拉伸深度选为47mm，方向应为弧形轮廓方向，结果如图3-58所示。

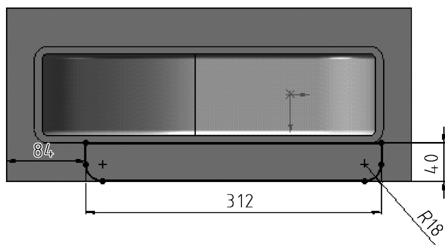



图3-57　下缘凸台草图

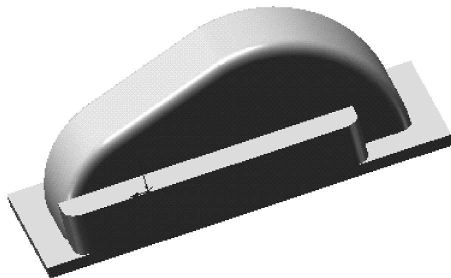


图3-58　下缘凸台拉伸特征

4）选择上箱体的最下平面作为绘制草图的平面，单击进入草图绘制界面，用“中心线”、“圆”、“直线”图标绘制草图，在“尺寸/几何关系”工具栏中选择“添加几何关系”图标增加约束，同时用“智能尺寸”图标标注尺寸，几何关系和标注尺寸配合使用，以完全定义为目的，最终得到的总体草图如图3-59所示，详细放大草图左下角如图3-60所示、右下角如图3-61所示。

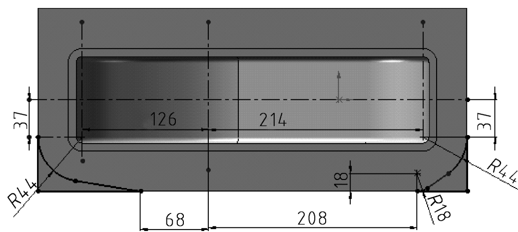



图3-59　总体草图

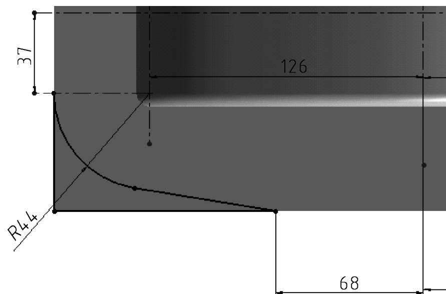



图3-60　左下角放大草图

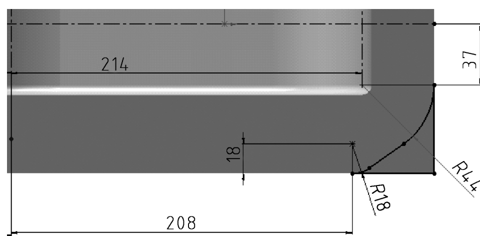



图3-61　右下角放大草图

5）在“特征”工具栏中选择“切除拉伸”图标，弹出“切除-拉伸1”属性管理器，在“方向1”中单击选择完全贯穿。最后单击“确定”，切除拉

伸出实体特征如图 3-62 所示。

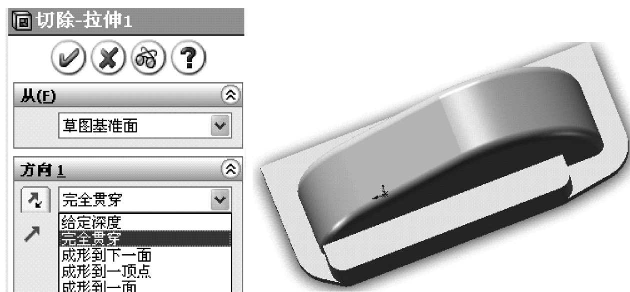



图 3-62　切除拉伸的实体

6）在“特征”工具栏中选择“镜向”图标，弹出“镜向 1”属性管理器，在镜向面/基准面中从特征树中选择“前视基准面”，在要镜向的特征中从设计树中选择“切除-拉伸 1”，单击“确定”，镜向出实体特征如图 3-63 所示。

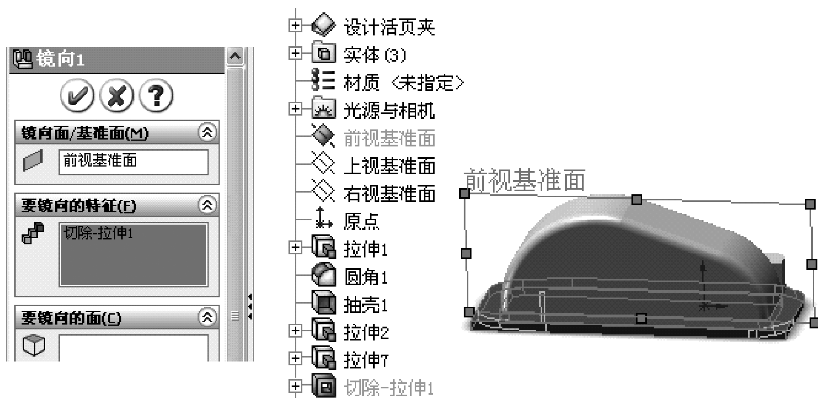



图 3-63　镜向拉伸切除特征

7）同上一步的做法类似，可以把底板的凸缘作镜向特征，结果如图 3-64 所示。

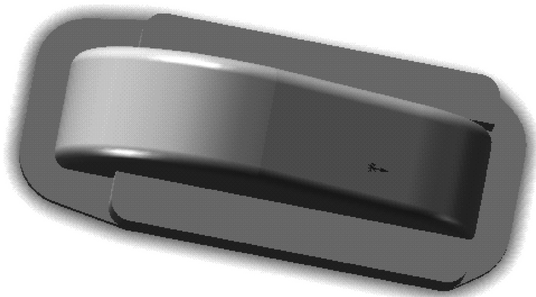


图 3-64　镜向拉伸凸缘特征

（3）创建大、小轴承座。

1）在“标准视图”工具栏中单击前视，选择底板凸缘上的前面作为绘制草图平面，单击进入草图绘制界面，用“中心线”、“圆”、“直线”图标绘制草图，在“尺寸/几何关系”工具栏中选择“添加几何关系”图标增加约束，同时用“智能尺寸”图标标注尺寸，几何关系和标注尺寸配合使用，以完全定义为目的，最终得到总体草图如图3-65所示，注意*R*70的圆弧和轮廓外圆弧在竖直的一条直线上。

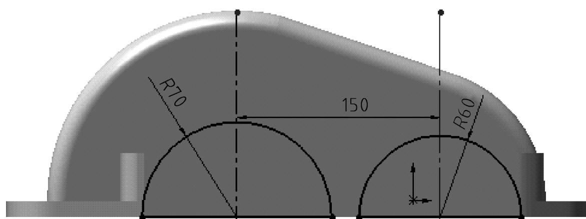



图3-65　轴承座凸台草图

2）把刚才得到的草图作为拉伸凸台的草图，在“特征”工具栏中选择“拉伸凸台”图标，弹出“拉伸凸台2”属性管理器，在给定“方向1”输入拉伸深度为40mm，如果方向不正确可以单击方向的反方向。最后单击“确定”，拉伸出的实体特征如图3-66所示。

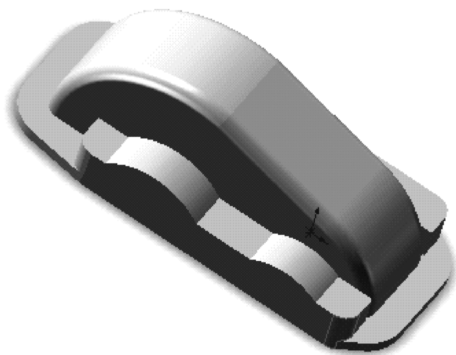


图3-66　轴承座凸台特征

3）用类似本节（1）的方法得到的草图如图3-67所示。注意*R*50圆和*R*40圆与草图15的两圆弧是对应的同心圆，然后用草图作切除拉伸得到轴承座的内半圆柱面，结果如图3-68所示。

4）在“特征”工具栏中选择“镜向”图标，弹出“镜向1”属性管理器，在镜向面/基准面中从特征树中选择“前视基准面”，在要镜向的特征中从设计树中选择2）“拉伸”和3）“切除-拉伸1”特征（注：分两次进行），单击“确定”，镜向出实体特征如图3-69所示。

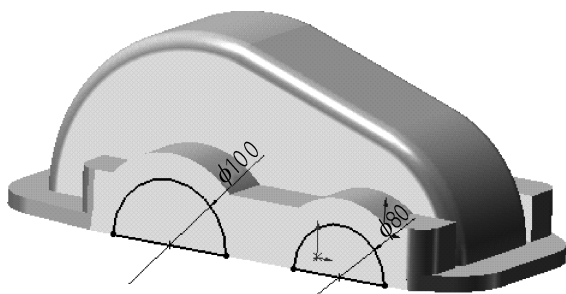



图 3-67 轴承座内孔草图

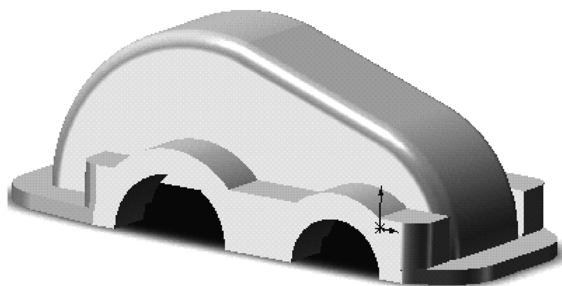


图 3-68 切除拉伸得到轴承座内半圆柱面

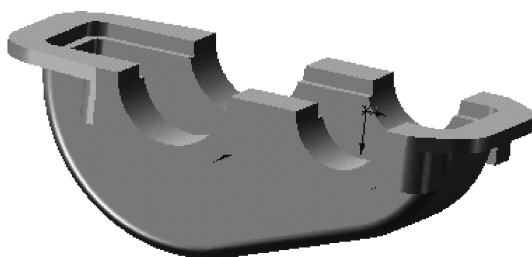


图 3-69 镜向特征得到完整的轴承座

（4）创建窥视孔。

1）选择箱体连接两柱面的倾斜平面作为绘制草图的平面，单击→进入草图绘制，选择中心线命令，将鼠标移到 *R*140 圆柱面与草图平面相切的直线处，当出现，说明已找到切线的中点，用同样的方法找到 *R*98 面与草图平面相切的直线的中点，通过这两点画中心线，重复以上的方法作出竖直的中心线，然后利用“等距实体偏移”命令，把水平的中线双向偏移 32. 5mm，竖直的中心线双向偏移 50mm，再利用绘制圆角命令在矩形的四个顶点处倒半径为 15mm 的圆

角，得到如图 3-70 所示的草图，选中图 3-70 所示的草图并单击“拉伸特征”，拉伸长度为 10mm，得到窥视孔凸台，如图 3-71 所示。

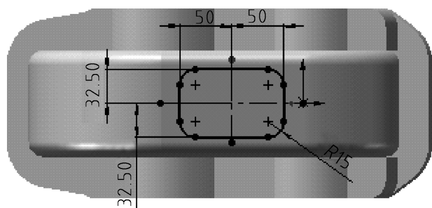



图 3-70　窥视孔凸台草图

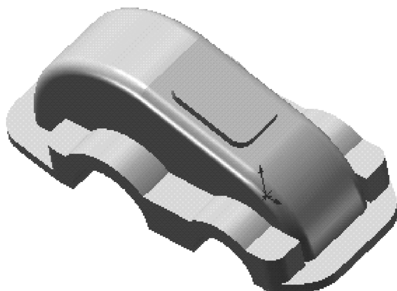


图 3-71　拉伸得到窥视孔凸台

2）选中凸台的上表面作为绘制草图的平面，选择“标准视图”工具栏中的正视于图标→单击进入草图绘制界面，利用转化实体引用命令，得到类似于图 3-70 的图，然后按住鼠标左键全部选中，单击“等距实体偏移”命令，偏移距离选择 15mm，操作过程如图 3-72 所示，如果偏移方向不正确，可以单击反向。删除偏移的源对象，保留偏移后的矩形，然后选中这个矩形单击“拉伸切除”图标，弹出“拉伸切除”属性管理器，在“方向 1”中单击选择完全贯穿。最后单击“确定”，切除拉伸出实体特征如图 3-73 所示。

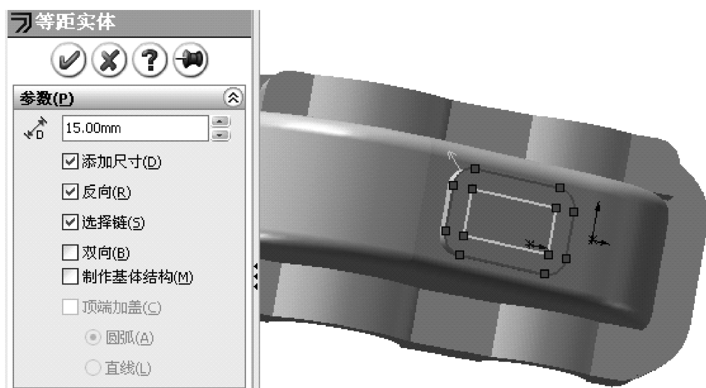



图 3-72　窥视孔草图绘制过程图

3）选中凸台的上表面作为绘制草图的平面，选择“标准视图”工具栏中的正视于图标→单击进入草图绘制界面，单击草图绘制“点”命令，然后通过“智能尺寸”图标标注尺寸，得到如图 3-74 所示的只有一个点的草图，单击退出草图绘制。



图3-73 窥视孔切除拉伸图

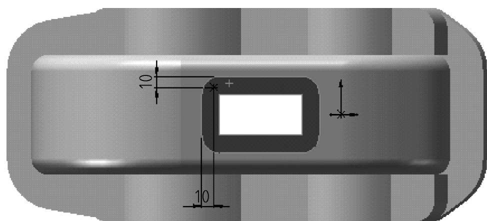



图3-74 螺纹孔定位孔草图

4）单击特征命令集中的“异型孔向导” 命令，弹出孔属性管理器，在孔规格栏中单击螺纹孔图标，标准选择 ISO、大小选择 M6、终止条件选“给定深度”，然后再单击属性管理器顶端的位置，等光标变成时选中上一步草图点，如图3-75 所示，最后单击“确定”，切除螺纹孔如图3-76 所示。




图3-75 孔特征属性管理器的设置

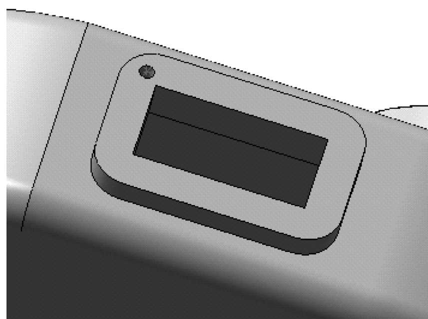


图3-76 切除螺纹孔

5）单击特征命令集中的“特征阵列” 命令，在弹出的孔属性管理器中作如下设置，要阵列的特征从设计特征树中选择 M6 螺纹孔 2，方向 1 单击孔内边缘

水平线间距填入 80mm，方向 2 单击孔内边缘竖直线间距填入 45mm，最后单击“确定”✓，得到的螺纹孔阵列图如图 3-77 所示。

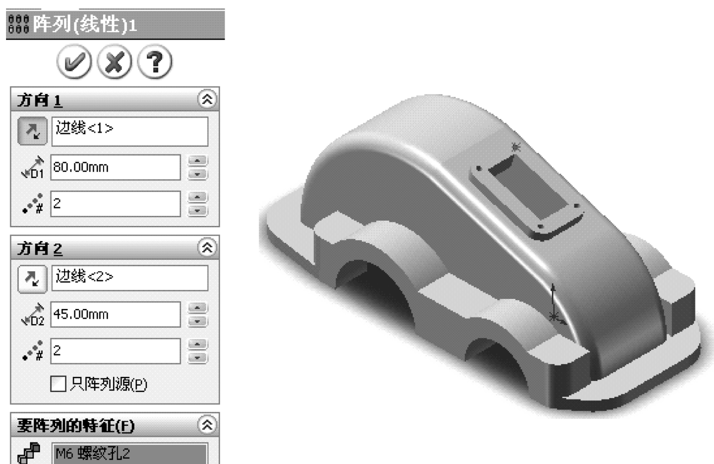



图 3-77　螺纹孔阵列图

（5）创建连接螺栓孔。

1）在底板凸台的上表面绘制螺栓孔定位点，具体操作类似于（4）创建窥视孔中的 3），本草图为三个点，三点位于一条直线上，它们的定位尺寸如图 3-78 所示，然后结束草图绘制。单击特征命令集中的“异型孔向导”命令，弹出孔属性管理器，在孔规格栏中单击柱孔图标，标准选择“GB”、大小选择“M12”、配合选择“正常”、终止条件选“完全贯穿”，然后再单击属性管理器顶端的位置等光标变成时选中上一步草图点，如图 3-79 所示，最后单击“确定”✓，切除连接螺栓孔如图 3-80 所示。

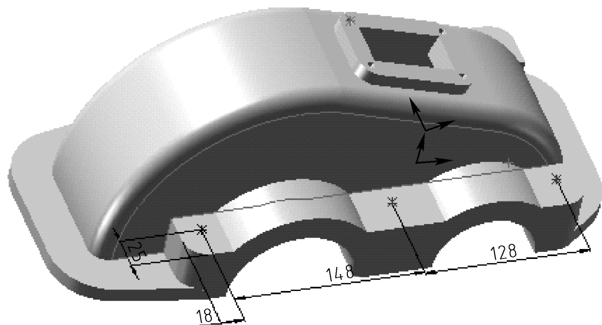



图 3-78　螺栓孔的定位草图

2）在“特征”工具栏中选择“镜向”图标，弹出“镜向 1”属性管理器，在镜向面/基准面中的特征树中选择“前视基准面”，在要镜向的特征中从设计树



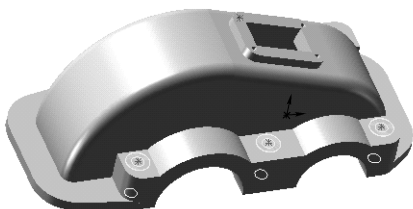



图 3-79　螺栓孔定位预览图

中选择“内孔尺寸根据六角头螺栓 C 级”特征，单击“确定”，镜向出实体特征如图 3-81 所示，完成全部螺栓孔。



图 3-80　切除连接螺栓孔



图 3-81　完成全部螺栓孔

## 3.6　电风扇叶片设计

根据风扇的轮毂和风扇的叶片尺寸可以知道，第一步先作轮毂，第二步作叶片所在螺旋面，第三步切除单个叶片的真实形状，最后得到全部叶片，如图 3-82 所示。

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（2）单击 前视基准面→→→，绘制草图圆，画圆心在坐标原点、半径为 5mm、半径为 10mm、半径为 25mm、半径为 30mm 的四个同心圆，然后利用智能尺寸命令分别进行标注后得到如图 3-83 所示的草图。

（3）利用绘制中心线命令绘制半径为 10mm 和 25mm 圆的垂直径向线段，

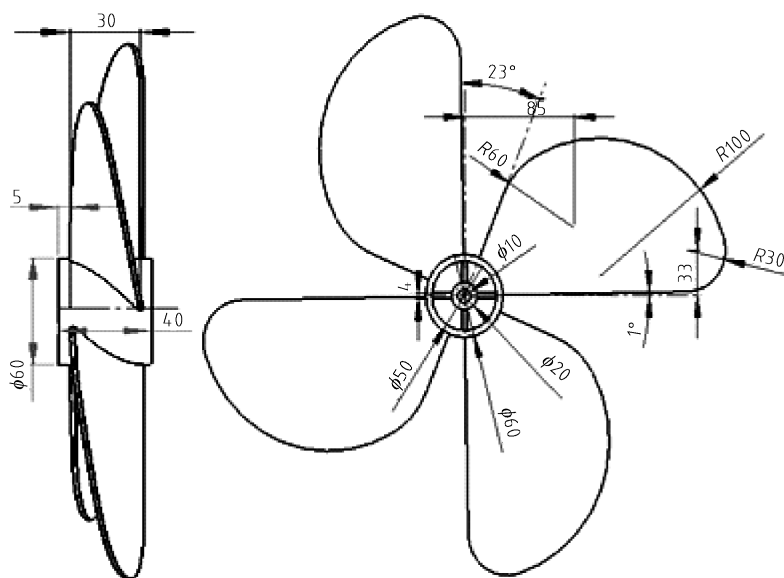



图 3-82　叶片工程图

注：叶片螺旋面高度为 30mm，圈数为 0.2 圈。

线段的端点为二圆的相应的四分点，利用等距实体选择双向，偏移距离为 2mm，再用裁剪实体和延伸实体得到一个完整的轮辐，最后利用圆周阵列和裁剪实体得到如图 3-84 所示的草图，单击退出草图绘制。

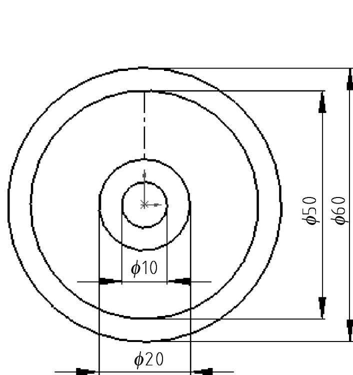



图 3-83　同心圆草图

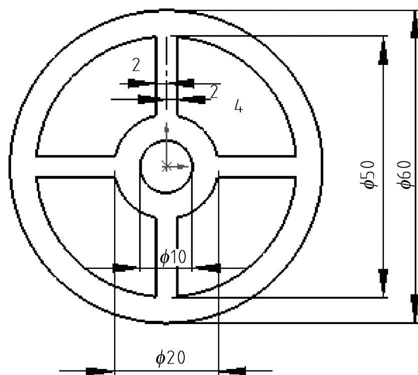



图 3-84　添加轮辐后的轮毂草图

（4）单击特征凸台-拉伸命令，在特征属性对话框中的深度填入 40mm，单击“确定”图标按钮，得到轮毂部分如图 3-85 所示。

（5）选择轮毂的一个端面作为新草图平面后，单击，单击浮动菜单“插入”→从弹出菜单中选择“基准面”→从“基准面属性管理器”中选择平行偏移距

离填入5mm，如果方向不对可以单击反转，这样就建立了正确的基准面1，如图3-86所示。

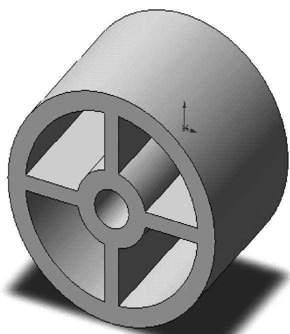


图3-85 轮毂实体图




图3-86 基准面1

（6）在基准面1绘制草图，单击→→选中$\phi$60mm的圆柱单击转化实体引用命令→单击浮动菜单“插入”→弹出菜单中选择“曲线”→弹出菜单中选择“螺旋线/涡状线”→在弹出的“螺旋线/涡状线”属性管理器中选择高度和圈数，高度填入30mm，圈数填入0.2圈，起始角度为0°，如果方向不对可以单击反向，单击“确定”图标按钮，得到螺旋线如图3-87所示。



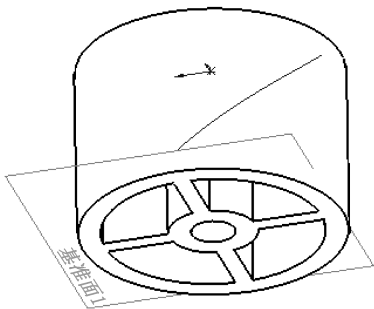




图3-87 螺旋线的建立过程图

（7）选中上一步得到的螺旋线，单击浮动菜单“插入”→从弹出菜单中选择“参考几何体”→“基准面”→从“基准面属性管理器”中选择垂直，然后单击螺旋线的终点，单击“确定”图标按钮，这样建立了基准面2，如图3-88所示。

（8）然后选中基准面2，单击正视于→开始绘制草图→画矩形，选中矩形左下角的顶点和螺旋线，从点的属性管理器中添加“穿透”的几何关系，如

图3-89所示。标注矩形的高为150mm，宽为2mm，单击得到草图3。




图3-88　基准面2

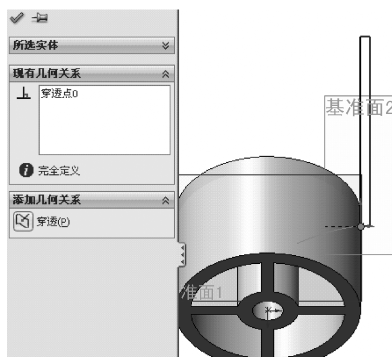



图3-89　添加穿透几何关系图

（9）单击扫描特征，在扫描特征属性管理器中进行设置，草图3为扫描的轮廓，螺旋线/涡状线2为扫描的路径，单击“确定”图标按钮，如图3-90所示。




图3-90　扫描螺旋面

（10）单击基准面1作为草图绘制平面，单击正视于→开始绘制草图，绘制如图3-91所示的草图，再综合利用草图绘制、圆弧、直线、中心线、添加几何关系、智能尺寸命令，在此不再赘述。

（11）利用上一步得到的草图去切除螺旋面。单击特征命令切除拉伸，在弹出的切除-拉伸属性管理器中选择方向1的拉伸深度为35mm，方向2为10mm，同时选中反侧切除，如图3-92所示，单击“确定”图标按钮，得到如图3-93所示的单个完整叶片。

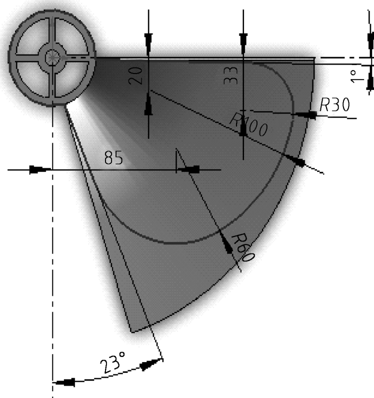



图3-91　单个风叶草图



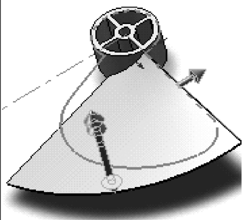



图 3-92　切除-拉伸关系设置

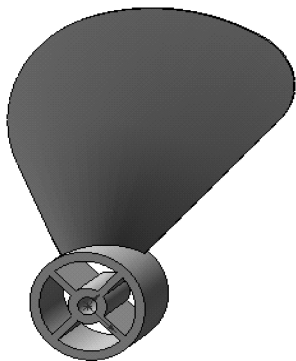


图 3-93　拉伸切除得到单个叶片

（12）单击菜单“插入”→从弹出菜单中选择“阵列/镜像”→“圆周阵列”，弹出圆周阵列属性管理器，把轮毂的外表面作为阵列的参数，勾选等间距，在要阵列的实体中选择叶片，如图 3-94 所示，单击“确定”图标按钮，得到如图 3-95 所示的完整叶片。



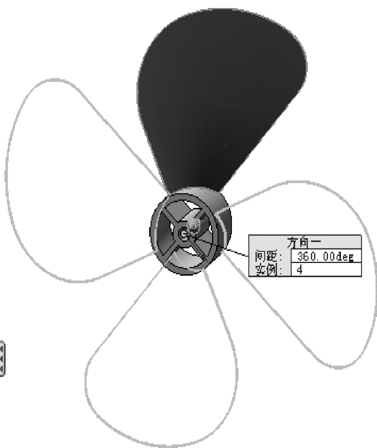




图 3-94　叶片阵列示意图

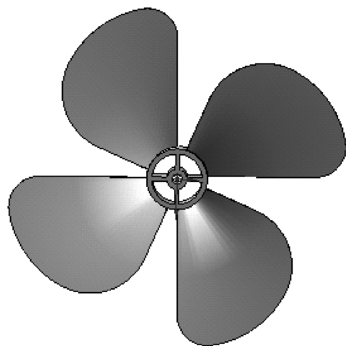


图 3-95　完整的叶片

## 3.7　消失面的制作

渐消失面，是一端与基本体分离而另一端与基本体相连的造型。主要特色是在同一曲面上产生具有“高度差”的区域，以产生错落有致的美观效果。常常运用

于局部装饰性的造型中，如电子产品、电话、手机。同样分“凸出”和“凹入”两大类。

渐消失面的曲面造型如下：

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮 →“零件”→“确定”。

（2）单击 前视基准面→ → 进入草图绘制，用绘制“矩形” 工具和“智能尺寸” 工具绘制出如图3-96所示的草图，单击 退出草图绘制。

（3）绘制“草图2”。从特征管理器中选择 前视基准面 → → ，进入草图绘制界面。用“中心线” 工具、“样条曲线” 工具、“直线” 工具和“智能尺寸” 工具绘制出如图3-97所示的草图，单击 退出草图绘制。

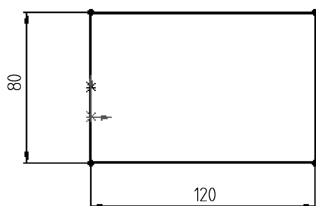



图3-96 绘制草图1

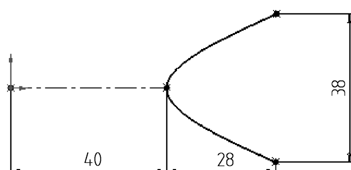



图3-97 绘制草图2

（4）建立“平面区域”。在菜单工具栏单击“插入”→“曲面”→“剪裁曲面”图标 ，系统弹出“平面区域1”属性管理器，在“边界实体” 输入框中输入“草图1”，其他采用默认设置，如图3-98所示，单击“确定”图标按钮 完成曲面区域创建。

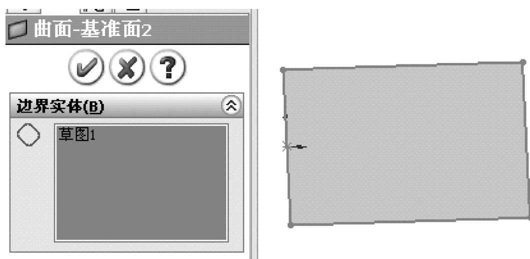



图3-98 平面区域属性管理器

（5）建立“剪裁曲面1”。在菜单工具栏单击“插入”→“曲面”→“剪裁曲面”图标 ，系统弹出“剪裁曲面”属性管理器，选择“剪裁类型”为“标准”，在“剪裁工具” 输入框中输入“草图2”作为剪裁工具，选择“保留选择”选项，在绘图区中选择要保留的曲面，保留曲面呈红色显示，并显示“要保留的部分”输入 中，如图3-99所示，单击“确定”图标按钮 完成曲面剪裁操作。

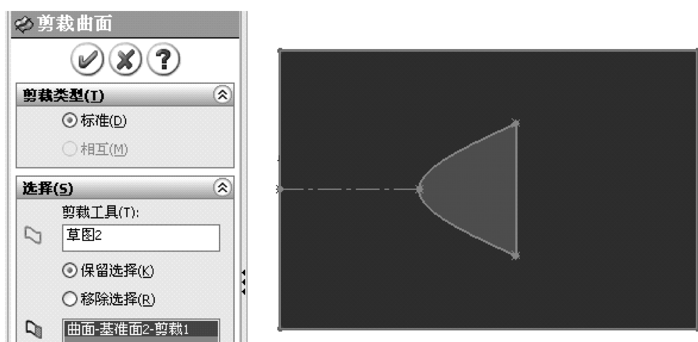



图 3-99　剪裁曲面 1 属性管理器

（6）绘制“草图 3”。从特征管理器中选择 右视基准面 → → ，进入草图绘制界面，用“中心线” 工具、“直线” 工具和“智能尺寸” 工具绘制出如图 3-100 所示的草图，单击 退出草图绘制。

（7）绘制“草图 4”。从特征管理器中选择 前视基准面 → → ，进入草图绘制界面。用“中心线” 工具、“样条曲线” 工具、“直线” 工具和“智能尺寸” 工具绘制出如图 3-101 所示的草图，单击 退出草图绘制。

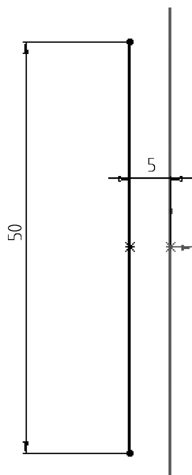



图 3-100　绘制草图 3

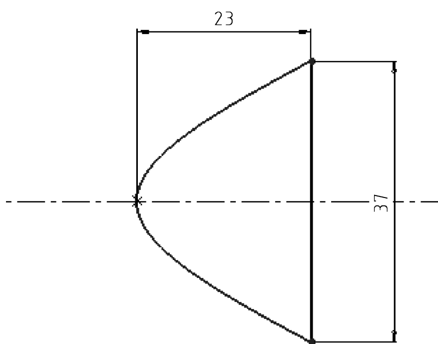



图 3-101　绘制草图 4

（8）建立“曲面放样 1”。在菜单栏中单击“插入”→“曲面”→“放样曲面” 图标，系统弹出“曲面-放样 1”属性管理器，在“轮廓” 输入框中输入曲面剪裁的一条边线和草图 3 作为放样轮廓，在“起始/结束约束”栏的“开始约束”选项框中选择“与面相切”，在“开始处相切长度”输入框中输入 1，在“结束约束”选项框中选择“无”，其他采用默认设置，如图 3-102 所示，单击“确

定”图标按钮完成曲面放样操作。

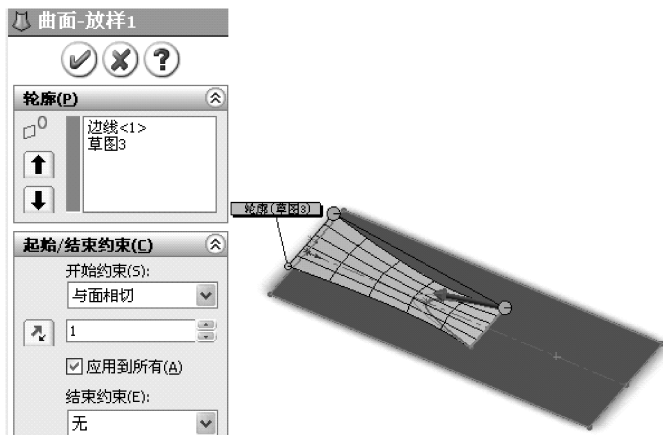



图 3-102　曲面-放样 1 属性管理器

（9）建立“剪裁曲面 2”。在菜单工具栏单击“插入”→“曲面”→“剪裁曲面”图标，系统弹出“剪裁曲面”属性管理器，选择“剪裁类型”为“标准”，在“剪裁工具”输入框中输入“草图 4”作为剪裁工具，选择“保留选择”选项，在绘图区中选择要保留的曲面，保留曲面呈红色显示，并显示“要保留的部分”输入中，如图 3-103 所示，单击“确定”图标按钮完成曲面剪裁操作。

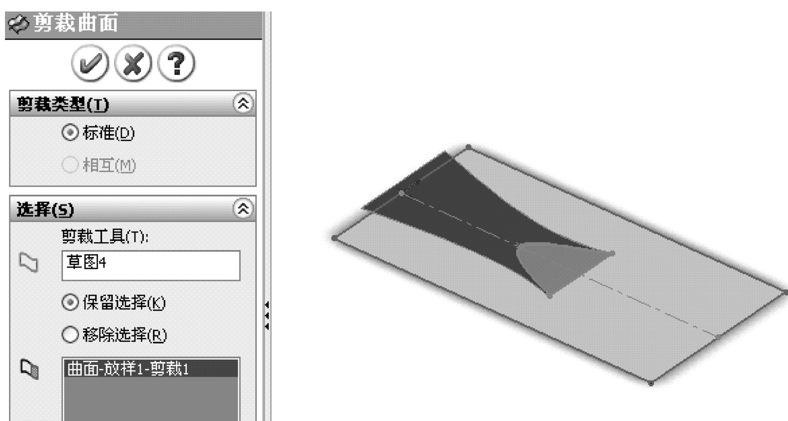



图 3-103　剪裁曲面 2 属性管理器

（10）建立“曲面-缝合 1”。在菜单栏中单击“插入”→“曲面”→“曲面缝合”图标，系统弹出“曲面-缝合 1”属性管理器，在“要缝合的曲面和面”输入框中输入“曲面-剪裁 1”和“曲面-剪裁 2”作为曲面缝合对象，其他采用默认设置，如图 3-104 所示，单击“确定”图标按钮完成曲面缝合操作。

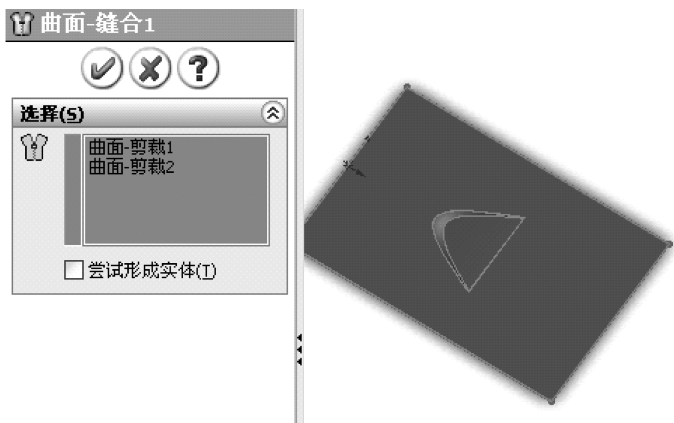



图 3-104 曲面-缝合 1 属性管理器

（11）建立“曲面-放样 2”。在菜单栏中单击“插入”→“曲面”→“放样曲面”图标，系统弹出“曲面-放样 2”属性管理器，在“轮廓”输入框中输入曲面剪裁 1 和曲面剪裁 2 的两条边线，在“起始/结束约束”栏的“开始约束”选项框中选择“与面相切”，在“开始处相切长度”输入框中输入 1，在“结束约束”选项框中选择“与面相切”，在“结束处相切长度”输入框中输入 1，在“引导线”输入框中输入曲面剪裁 1 与曲面剪裁 2 剪裁留下的两条间隙边，并选择这两条引导线类型与边相切。其他采用默认设置，如图 3-105 所示，单击“确定”图标按钮完成曲面放样操作。

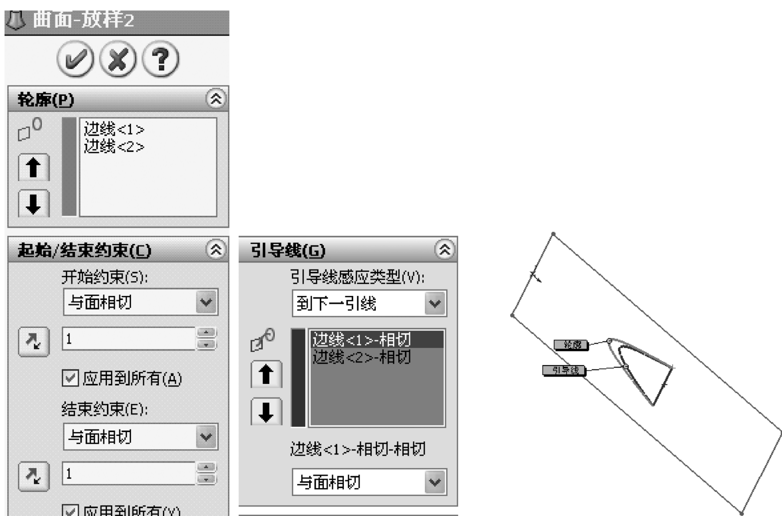



图 3-105 曲面-放样 2 属性管理器

（12）建立“曲面-缝合2”。在菜单栏中单击“插入”→“曲面”→“曲面缝合”图标，系统弹出“曲面-缝合2”属性管理器，在“要缝合的曲面和面”输入框中输入“曲面-缝合1”和“曲面-放样2”作为曲面缝合对象，其他采用默认设置，如图3-106所示，单击“确定”图标按钮完成曲面缝合操作。

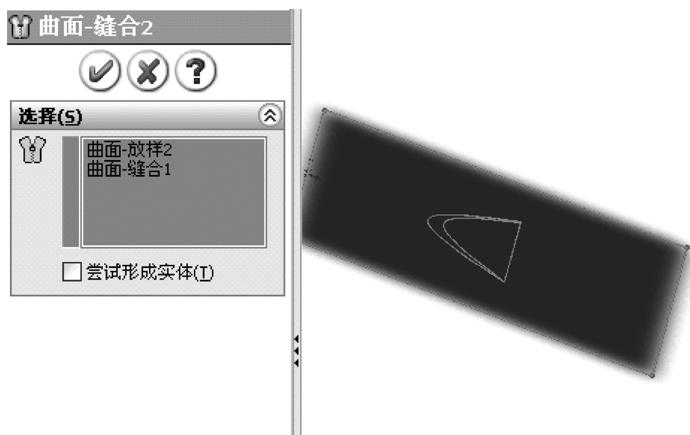



图3-106　曲面-缝合2属性管理器

（13）创建好渐消失面后，在菜单栏中单击“视图”→“显示”→“斑马条纹”，效果如图3-107所示。

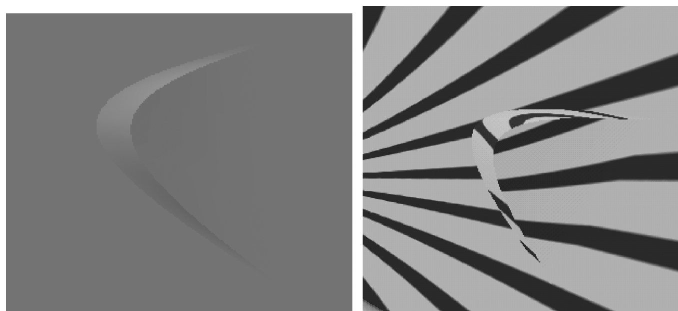


图3-107　消失面显示和斑马条纹显示对比图

## 3.8　篮球的制作

（1）利用半圆草图和旋转凸台/基体成型。

1）单击“新建”按钮，在“新建SolidWorks文件”对话框中双击“零件”图标。

2）在特征管理器中选择“前视基准面”，单击草图绘制按钮，进入草图绘

制，绘制圆心在原点、半径为80mm的圆，然后利用画中心线命令画出竖直方向的直径，利用剪裁实体剪裁掉左边或右边部分，同时单击重建模型，得到的草图如图3-108所示。

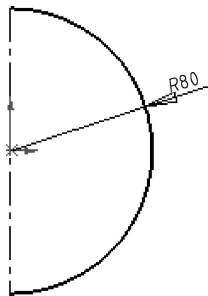


图3-108 半圆草图

3）选中草图1后，单击“旋转凸台\基体”，弹出如图3-109所示的对话框，单击是，再单击确定得到如图3-110所示的球体。

（2）篮球上的球沟轮廓草图。

1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

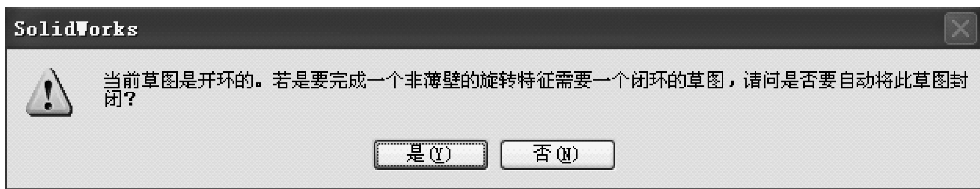
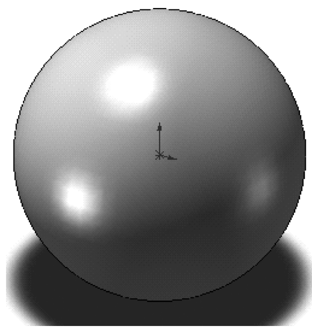


图3-109 对话框


图3-110 球体

2）单击前视基准面→→中心线，绘制通过原点的竖直和水平的中心线，竖直的长度为300mm，水平的长度为230mm，尽可能视原点与中心线的中点重合，然后利用等距实体使竖直和水平的中心线双向各偏移1.5mm，同时利用画直线命令，连接刚才偏移的直线端点，变成水平和竖直的矩形，再以（0，100）为圆心画半径为90mm的圆弧，圆弧的圆心角为124°，利用构造几何线使圆的轮廓线型变为中心线等距实体双向偏移圆弧，偏移距离为1.5mm，弧的端点用直线连接，再利用镜像实体使扇环部分左右对称，单击重建模型得到的草图2如图3-111所示。

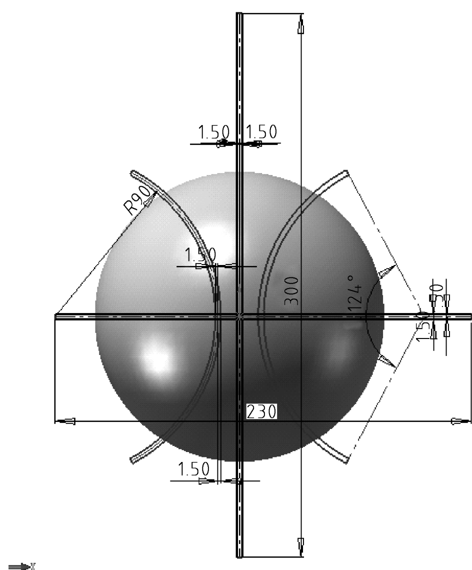



图 3-111　草图 2

（3）利用切除-拉伸切除篮球的沟槽。

单击特征命令切除-拉伸，系统弹出“切除-拉伸 1”属性管理器，在开始条件中选择“基准面草图”、方向 1 选择“到指定面指定距离”、面这一项选择“球面”，如果方向不对勾选“反向等距”、等距距离填入 2mm、所选轮廓选中相互垂直的矩形和左右的圆弧，如图 3-112 所示，再单击确定得到如图 3-113 所示的带沟槽的球。

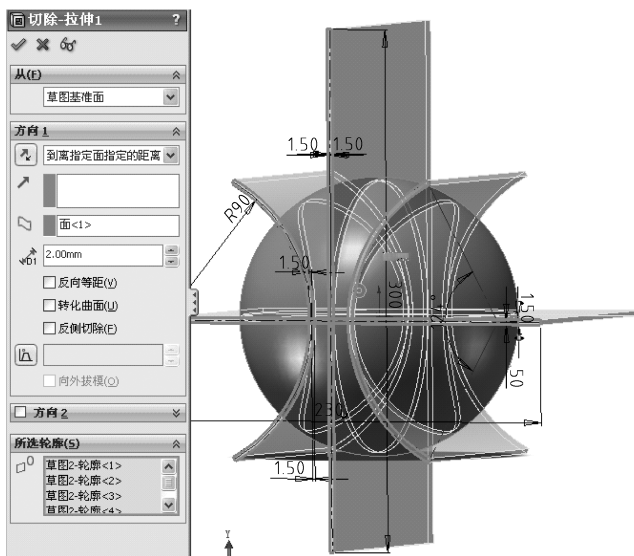



图 3-112　属性管理器设置详图

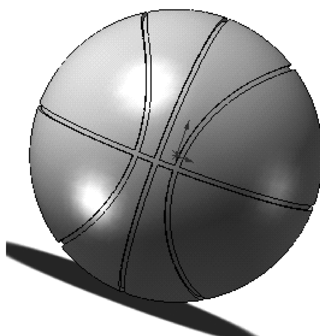


图 3-113　篮球全貌图

# 第 4 章　装　配　体



## 4.1　轴承 6315 装配

（1）单击按钮，或单击菜单“文件”→“新建”命令，出现新建文件显示对话框，在模板内选择装配体图标，单击“确定”按钮后即进入装配体制作界面。

（2）单击装配体工具栏上的插入零部件，或单击菜单“插入”→“零部件”→“现有零件/装配体”。

（3）在“打开”对话框中浏览到所需“内圈 6315”文件，如图 4-1 所示。

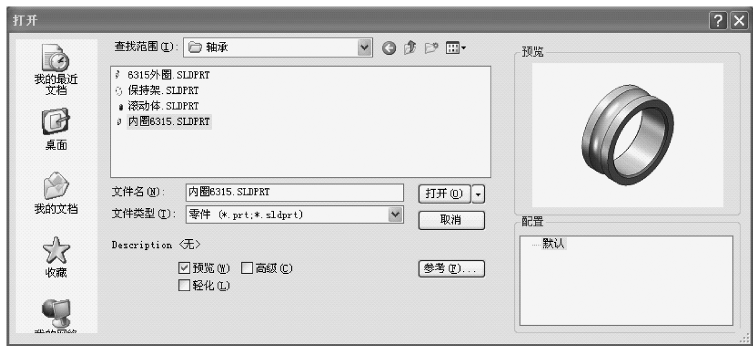



图 4-1　“打开”对话框

（4）单击“打开”按钮，此时该零件出现在装配体窗口的图形区域中，如图 4-2 所示。

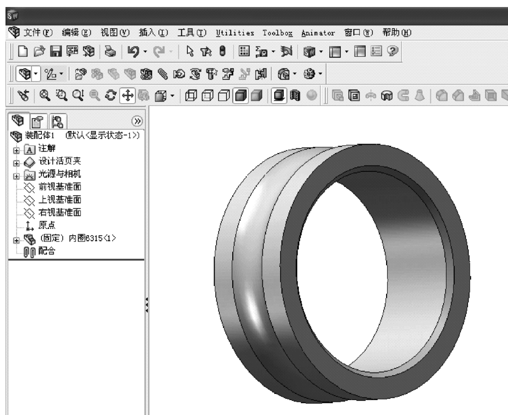



图 4-2　添加第一个零件后的装配体

（5）单击装配体工具栏上的图标，或单击菜单“插入”→“配合”命令，出现“配合”对话框，如图4-3所示。




图4-3　“配合”对话框

（6）再选择轴承内圈与外圈需要配合的圆柱面，如图4-4所示，所选的内圈和外圈都被列在所选项目方框中。可以看到同轴心按钮已经处于按下的选择状态，这是系统默认的状态，然后再分别选择轴承内圈与外圈需要的两个端面，单击“插入”→“配合”弹出配合特性对话框，看到重合按钮已处于按下的状态，单击按钮，关闭装配配合对话框时，零部件会移动到指定的位置，且配合关系会被添加到配合组中，两个平面重合到一起。

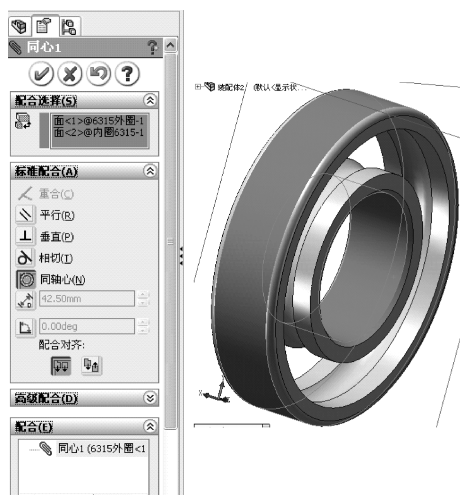



图4-4　配合零件操作及配合窗口

（7）装配过程中还需对保持架圆柱面和内圈圆柱面同轴心设置。执行“配合”功能，选择如图 4-5 所示的内圈和保持架的两个面，添加“平行”关系。单击输入 17mm，单击按钮，关闭配合对话框时，零部件会移动到指定的位置，且配合关系会被添加到配合组中，此时保持架和内圈的纵向对称面重合。

（8）单击装配体工具栏上的图标，继续添加配合关系。单击“视图”→“基准轴”和“临时轴”，选中滚动体的轴线和保持架的旋转轴线，单击装配体工具栏上的图标，选择重合按钮，如图 4-6 所示。




图 4-5 配合零件操作及配合窗口

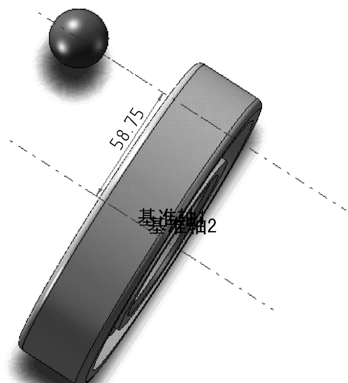



图 4-6 保持架和滚动体轴线重合

（9）选择球体后单击平移，并放大显示使滚动体和保持架的球面完全吻合（利用放大观察），此时滚动体位置已达到正确位置，或者选中保持架球面和滚动体球面，单击同球心，如图 4-7 所示。

（10）单击参考几何体工具栏上的，在绘图区中拾取保持架的圆周面，生成一条基准轴，如图 4-8 所示。

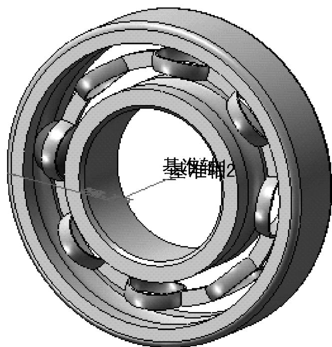


图 4-7 滚动体和保持架配合位置正确

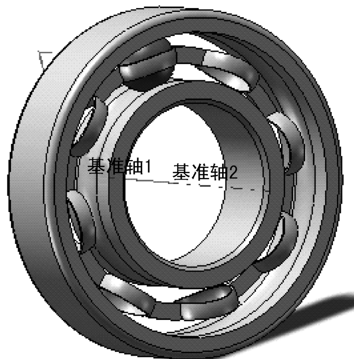



图 4-8 为保持架添加基准轴

（11）选中滚动体，单击菜单“插入”→“零部件阵列”→“圆周阵列”，对滚动体进行圆周阵列，设置如图4-9所示，生成圆周阵列特征。

（12）单击菜单→视图→基准轴，此时基准轴会变为隐藏，如图4-10所示。

（13）单击保存，保存该文件为轴承装配体。

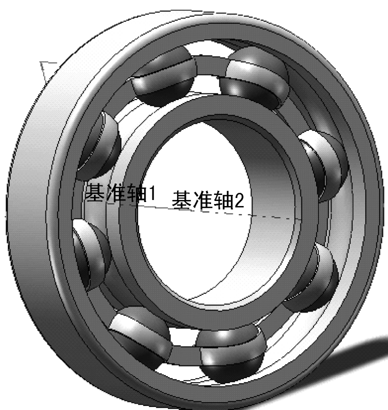



图4-9　对滚动体进行圆周阵列

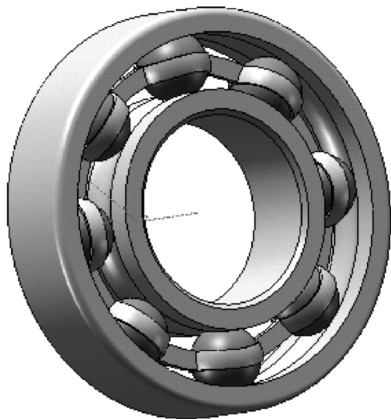


图4-10　隐藏基准轴的装配体

## 4.2　制动轮装配

（1）单击按钮，或单击菜单“文件”→“新建”命令，出现新建文件显示对话框，在模板内选择装配体图标，单击“确定”按钮后即进入装配体制作界面，如图4-11所示。

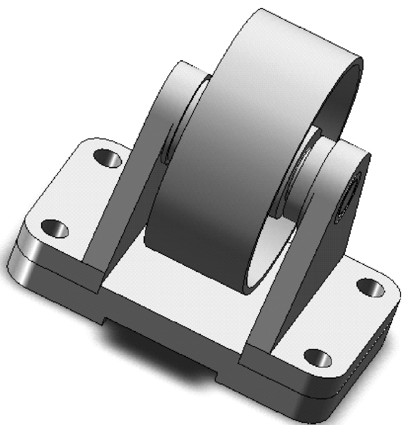


图4-11　制动轮装配体

（2）单击装配体工具栏上的插入零部件，或单击菜单“插入”→“零部件”→“现有零件/装配体”。在“打开”对话框中浏览到所需“座板1”文件，如图4-12所示。

（3）单击“打开”按钮，此时该零件出现在装配体窗口的图形区域中，如图4-13所示。

（4）重复（2）的步骤将支架插入到图4-13所示的装配体中，然后从设计特征树中选中支架1，单击装配体工具栏中的“移动零部件”和“旋转零部件”将支架1和座板保持如图4-14所示的相对位置。




图 4-12 “打开”对话框




图 4-13 添加第一个零件后的装配体

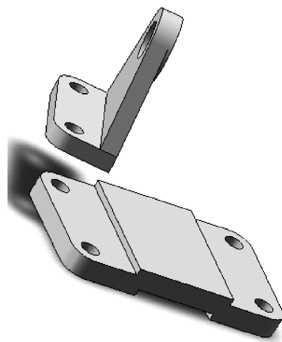


图 4-14 零件相对位置图

（5）单击装配体工具栏中的图标，或单击菜单“插入”→“配合”命令，出现“配合”对话框，同时选中支架和座板的右侧面，单击重合如图 4-15 所示，然后单击确定按钮，这时再选择座板上的圆柱孔和支架上的对应位置圆柱孔加入配合关系同轴心 同轴心(N)，同时选择座板上底面的边线和支架下底面的边线加入配合关系重合 重合(C)，得到如图 4-16 所示的座板和支架的正确配合关系。

（6）单击主菜单“插入”→“镜向零部件” 镜向零部件，弹出零部件属性管理器，在镜向的基准面选项中，从固定零件座板的设计特征树中选择右视基准面，在要镜向的零部件中选择支架，如图 4-17 所示，单击“确定”按钮，得到如图 4-18 所示的镜向支架。

（7）重复（2）的步骤将轴插入到图 4-18 所示的装配体中，然后从设计特征树中选中轴 1，单击装配体工具栏中的“移动零部件”和“旋转零部件”将轴 1 和座板保持相对方便的位置。单击装配体工具栏中的图标，继续添加配合关系。选中轴 1 的圆柱面和支架的圆柱孔圆柱面，加入配合关系同轴心 同轴心(N)，如




图 4-15　“配合”属性管理器




图 4-16　边线的重合

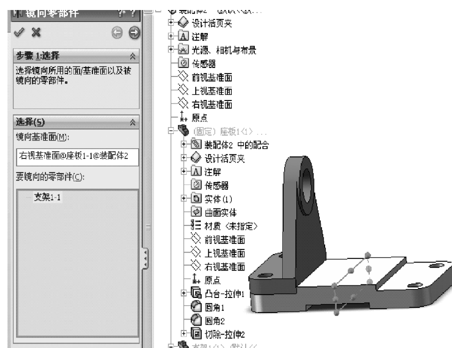


图 4-17　镜向支架过程图

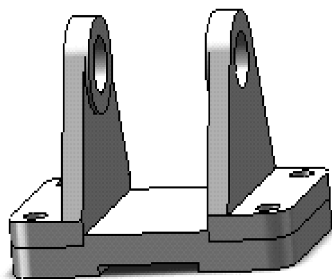


图 4-18　镜向支架结果图

图 4-19 所示。单击轴 1 端面的支架的外表面后，单击配合关系重合，如图 4-20 所示，继续做类似的操作得到滑动轴承和支架、轴的装配体，如图 4-21 所示。



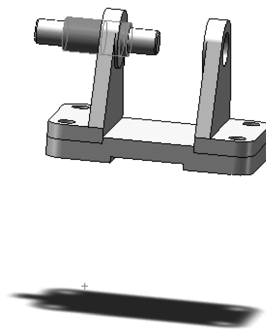



图 4-19　轴与支架同轴心配合过程

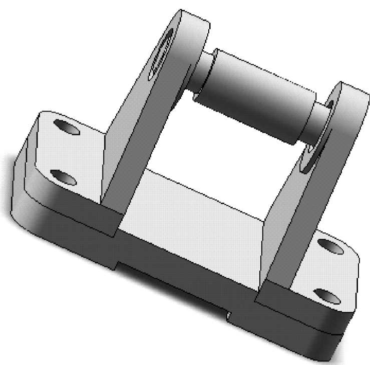


图4-20　轴与支架端面重合配合结果图

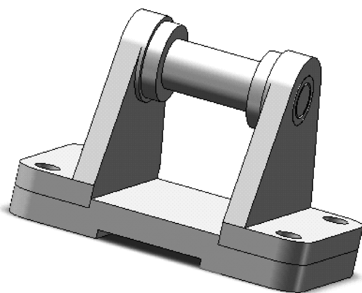


图4-21　加入滑动轴承的装配图

（8）利用插入零部件装入轮子1，利用同轴心的装配条件使轮子与轴同轴心，再单击轮子的端面和滑动轴承的端面选择装配关系平行 平行(R)，在距离中输入2mm，如图4-22所示。

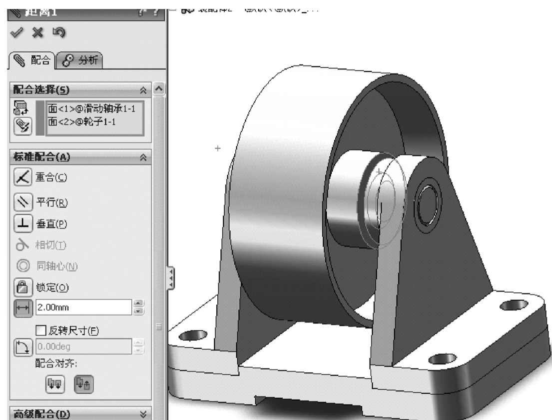



图4-22　轮子装配图

## 4.3　装配体生成模具

已知座板的外形尺寸，高度为16mm，长度为136mm，宽度为82mm，用装配体生成该座板的上模和下模。

（1）为了让座板放入模具中，先建一个模具的基体，形状为长方体，它的尺寸长度为160mm，宽度为100mm，高度为50mm。

（2）单击按钮，或单击菜单“文件”→“新建”命令，出现新建文件显示对话框，在模板内选择装配体图标，单击“确定”按钮后即进入装配体制作界面。将长方体及模具基体作为装配体的固定零件，单击装配体工具栏上的插入零部

件，或单击菜单“插入”→“零部件”→“现有零件/装配体”。在“打开”对话框中浏览到所需“座板”文件，利用平面平行装配约束使座板的各个对称面与模具基体的对称面重合（可以参照前面的制动轮装配），得到如图 4-23 所示的座板和模具基体的装配体，保存这一装配体，命名为基体。

（3）单击“显示样式”中的“带边线上色显示”，此时图 4-24 变成图 4-25 所示，从装配体特征树中选中模具基体，从弹出的浮动菜单项单击“编辑”，此时特征树上的“（固定）模具基体”文字颜色由黑色变成了蓝色，如图 4-25 所示。

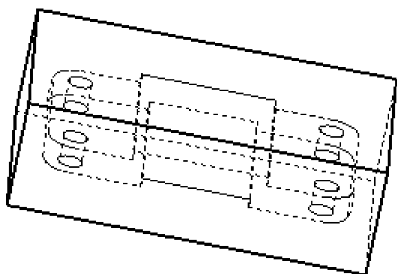


图 4-23　座板和模具基体的装配体

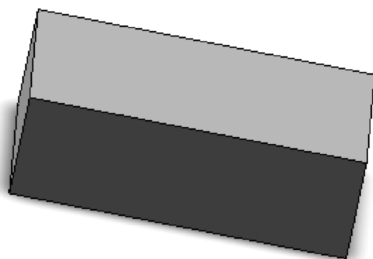
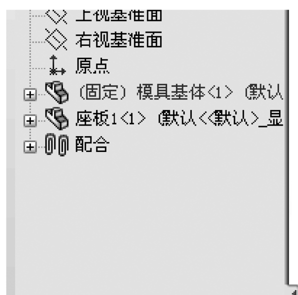


图 4-24　带边线上色显示装配体



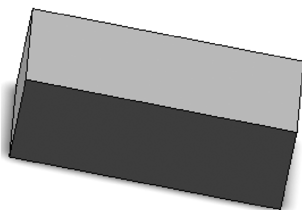



图 4-25　模具特征树基体颜色变蓝

（4）从装配体特征树中选中座板，单击主菜单“插入”，从弹出菜单中选择“模具”→“型腔”，如图 4-26 所示。接着弹出如图 4-27 所示的型腔特征属性管理器，在收缩率填入 0.05% 后单击确定按钮。

（5）再次选中模具基体，单击主菜单“文件”→“派生零部件”，在模具基体侧面利用画直线命令，在面上画出分模线，直线的端点为棱线的中点，如图 4-28 所示。单击菜单“插入”→“切除-拉伸”，方向选择完全贯穿，然后单击确定按钮，得到如图 4-29 所示的模型，保存为“下模”。

（6）在上一步“切除-拉伸”时，方向选择完全贯穿，同时勾选反侧切除，得到如图 4-30 所示的模型，单击文件保存，文件名为“上模”，至此座板的上下模全部生成。

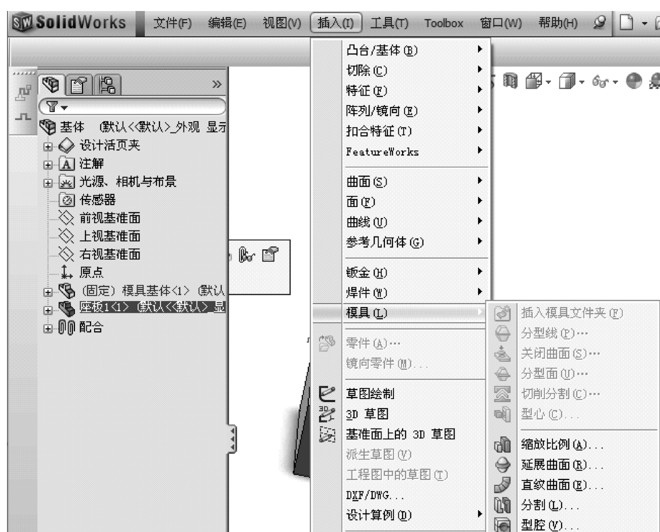
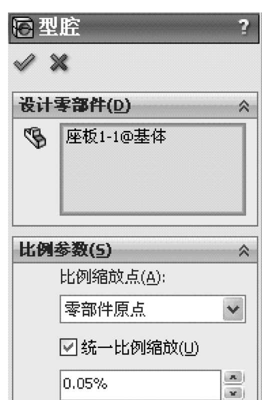



图 4-26　模型型腔的菜单调用图



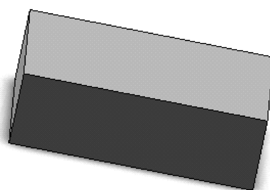



图 4-27　型腔的特征属性管理器设置图

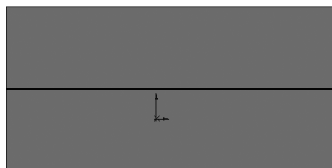


图 4-28　分模线绘制图

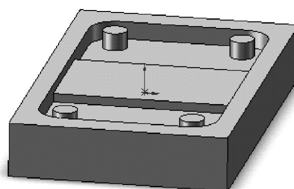


图 4-29　下模图

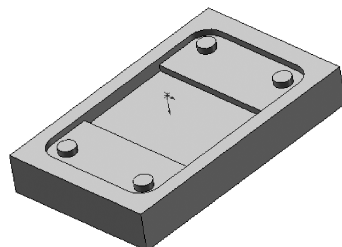


图 4-30　上模图

# 第 5 章　工　程　图



## 5.1　端盖工程图

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“工程图”→“确定”。

（2）进行图纸格式的设定（具体可以参照上一个工程图步骤），然后单击工程图按钮集中的“标准三视图”，接着会弹出标准三视图的属性管理器对话框，如图 5-1 所示，单击浏览查找“通孔端盖”文件的存放地址，如图 5-2 所示，找到后单击打开得到如图 5-3 所示的投影。




图 5-1　三视图属性管理器

（3）得到图 5-3 所示投影后发现主视图不能表达零件的主要形状特征，可以改变，把鼠标放到主视图的位置，此时主视图周围出现红色虚线矩形框，如图 5-4 所示，单击鼠标左键确定后出现工程




图 5-2　查找端盖过程图

图属性管理器，如图 5-5 所示，单击标准视图中的左视，此时弹出如图 5-6 所示的对话框，单击“是”，三视图变为图 5-7 所示，此时的左视图符合了要求。

（4）选中俯视图和左视图后按下“Delete”键删除这两个视图，单击工程图工具栏中的“剖面视图”，在主视图上画一条过中心的对称线后得到全剖的左视图，如图 5-8 所示。

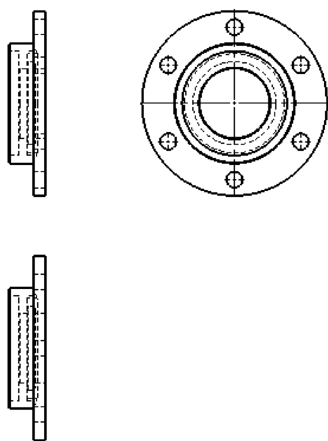


图5-3 端盖的初始投影

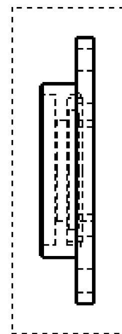


图5-4 选中主视图




图5-5 投影方向的选择

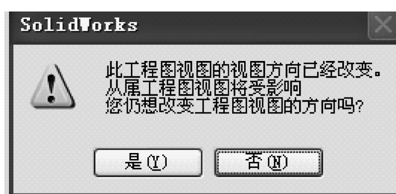



图5-6 改变视图方向对话框

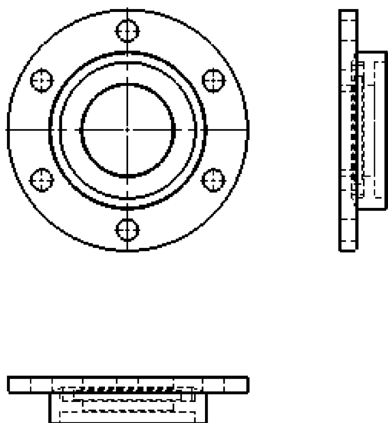


图5-7 改变后的主视图方向

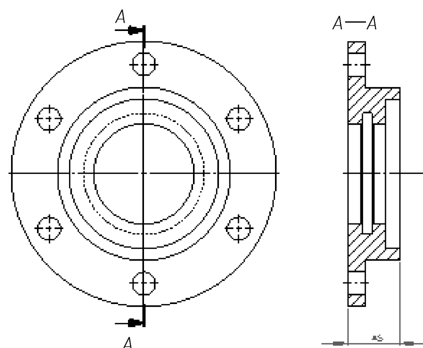



图5-8 全剖的左视图

（5）进行尺寸的标注，单击“智能尺寸”后选择端盖右侧内圆柱的轮廓线和右端面的交点，此时出现尺寸对话框，发现没有直径符号 $\phi$，可以单击标注尺寸文字中的 $\phi$ 进行添加，如图 5-9 所示，同样可以标注 $\phi$190、$\phi$230 圆柱的尺寸，对于偏差也可以用系统自动查取的功能，如在标注端盖和轴承孔配合的圆柱部分为间隙配合 H7/g6，对 $\phi$150 尺寸对话框做如图 5-10 所示的设置，公差类型选择与公差相套合，分类填入用户定义，孔公差选择 H7、轴公差选择 g6，此时在对话框内已显示上偏差为 －0. 014、下偏差为 －0. 039，然后再对公差类型重新选择“双边”，单击“确定”会显示 $\phi 150^{-0.014}_{-0.039}$，已符合公差的标注要求。

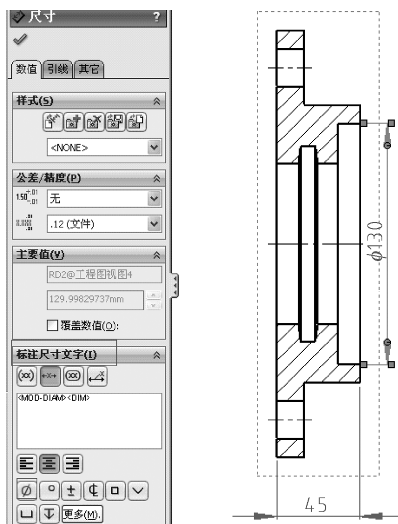



图 5-9　直径符号的添加

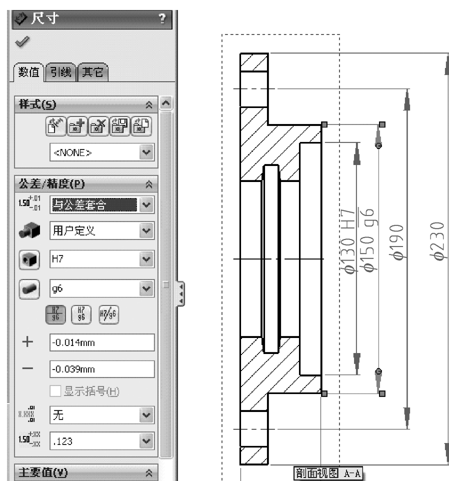



图 5-10　偏差的查取

（6）标注表面粗糙度。单击“表面粗糙度”符号 √，可以标注圆柱的面、端面的表面粗糙度值，如图 5-11 所示。

图 5-11 标注表面粗糙度

（7）在螺栓孔的位置标注尺寸和位置公差得到完整的工程图，如图 5-12 所示。

图 5-12 轴承端盖工程图

## 5.2　阀杆工程图

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“工程图”→“确定”，这时弹出图纸格式/大小对话框，如图5-13所示，单击浏览出现如图5-14所示的对话框，选中a3-gb.slddrt后单击打开，再单击确定，这时完成图纸的设定，如图5-15所示。

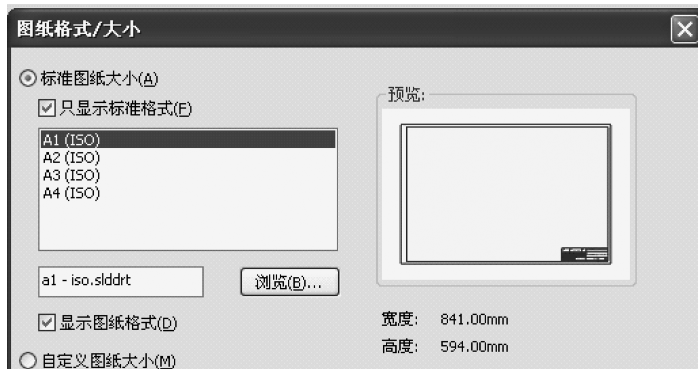



图5-13　图纸格式/大小对话框

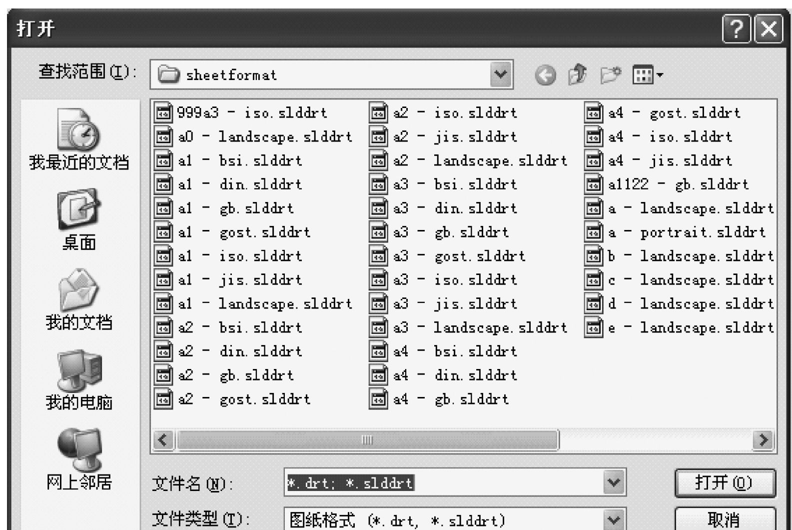



图5-14　查找范围对话框

（2）从图5-15的左侧出现模型视图对话框，单击浏览找到随书模型光盘工程图文件夹中的阀杆零件，单击打开，再单击确定，过程如图5-16所示，这时弹出浮动的矩形框，如图5-17所示，在图纸上确定好合适的位置单击鼠标左键确定，

阀杆的视图投影到设定好的图纸上，如图 5-18 所示。

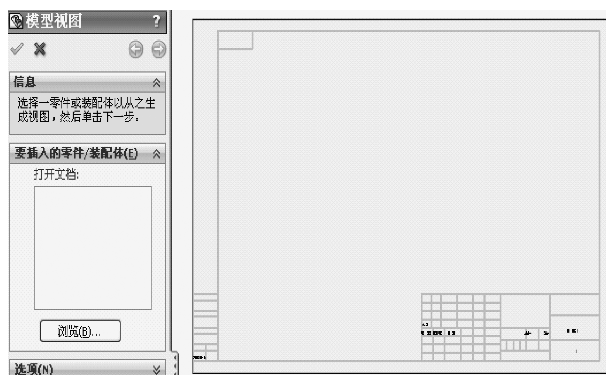



图 5-15　工程图大小设定后图纸样式图




图 5-16　查找零件模型图

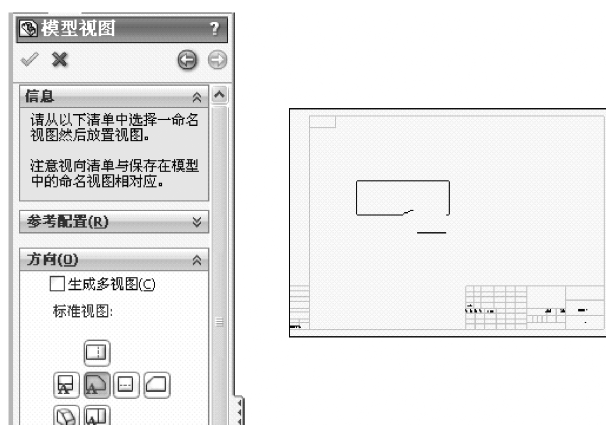



图 5-17　视图等待定位图

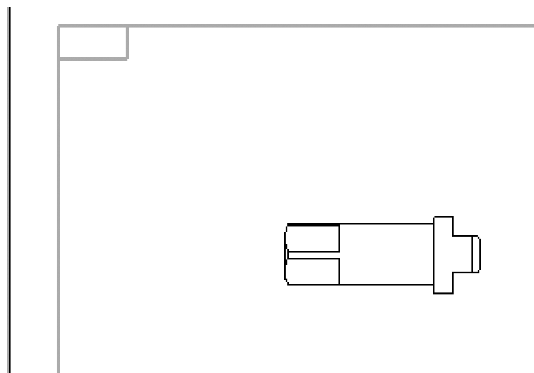


图 5-18　阀杆的前视视图

（3）单击工程图工具栏上的“中心线”按钮，单击“确定”图标按钮，视图添加了中心线，然后单击工程图工具栏上的“模型项目”按钮，单击“确定”图标按钮，出现如图 5-19 所示的标注了部分尺寸的视图。但是这些尺寸的标注不一定符合工程制图的标准。

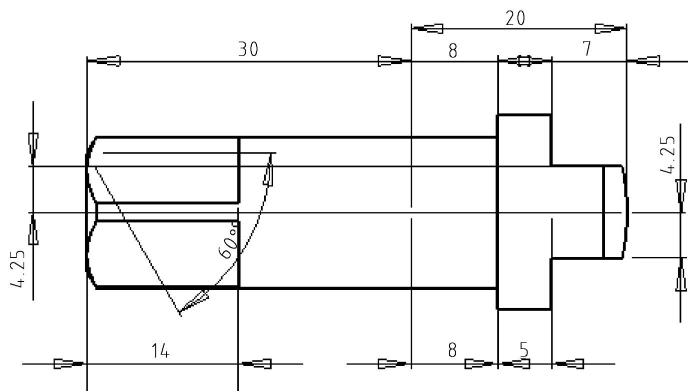



图 5-19　通过软件命令添加中心线和尺寸

（4）由于软件自动标注的尺寸大多不符合工程制图的标准，故单击撤销后重新标注。单击工程图工具栏上的“智能尺寸”，选择右边的圆柱轮廓，出现如图 5-20 所示的直径尺寸，然后单击公差/精度，选择公差类型为双边，精度为小数点后三位，同时输入上偏差为 0.005、下偏差为 −0.002，单击“确定”可以得到标注公差的尺寸，如图 5-21 所示。如果发现公差的数字字号和基本尺寸相同，可以通过单击图 5-20 上尺寸属性管理器的“其它”后弹出对话框去掉使用尺寸字体，如图 5-22 所示的矩形①，在字体比例中填入 0.5，如图 5-22 所示的矩形②，单击“确定”图标按钮，得到公差数值字号减小的标注，如图 5-22 所示。

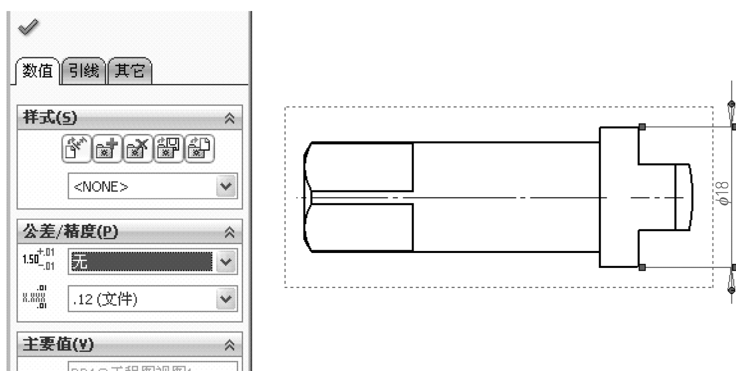



图 5-20　直径的标注

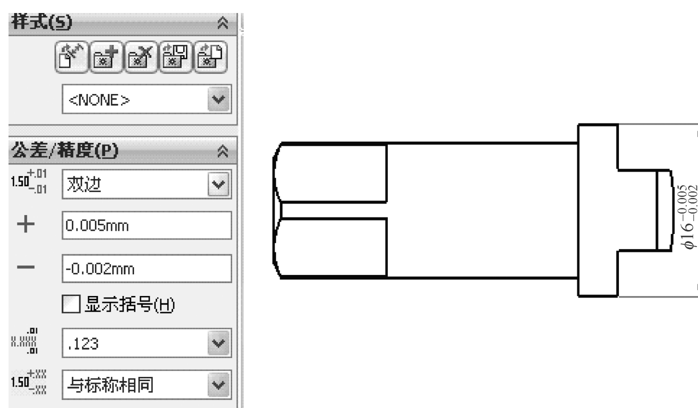



图 5-21　公差尺寸的设置图

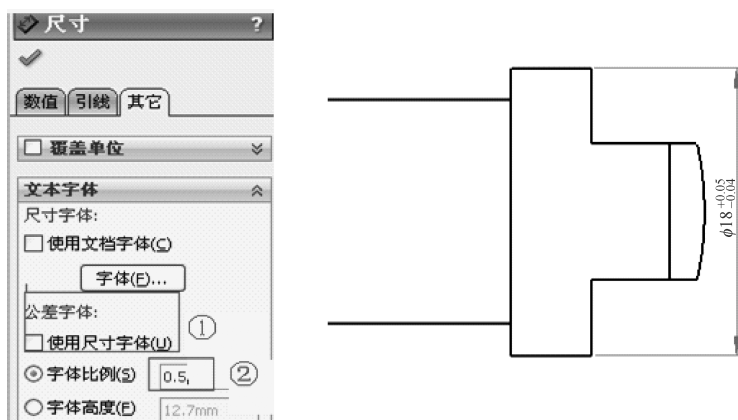



图 5-22　公差字体大小修改图

（5）重复类似（4）的操作可以得到完整的尺寸标注，单击表面粗糙度标注后，再用文字功能填写技术要求，得到完整的阀杆工程图，如图 5-23 所示。（注：断面图和向视图的操作下一例题再详述）

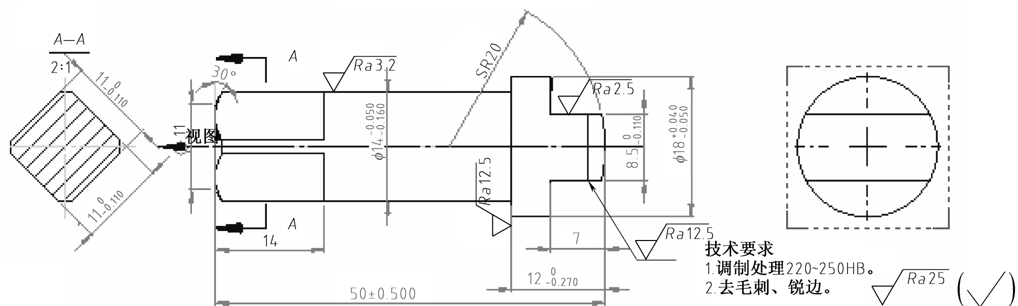



图 5-23　阀杆工程图

# 第 6 章　运动模拟与分析



## 6.1　曲柄摇杆机构运动分析

（1）零件造型。

1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。单击前视基准面→→→利用草图绘制工具绘制图 6-1。具体过程：绘制中心线从原点出发并标注长度为 80mm，再利用中心线的两个端点为圆心，利用草图绘制半径为 5mm 和 10mm 的同心圆各两个，然后绘制半径为 10mm 圆的外公切线，利用剪裁实体得到如图 6-1 所示的草图后单击重建模型退出草图绘制。

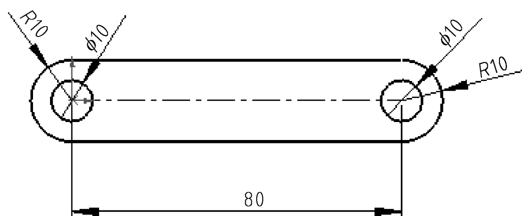



图 6-1　曲柄草图

2）单击“特征”工具栏上的“拉伸凸台/基体”图标按钮，在“凸台-拉伸 1”属性管理器和绘图区中进行设置，拉伸深度为 10mm，如图 6-2 所示，单击图标确定，得到如图 6-3 所示的曲柄。

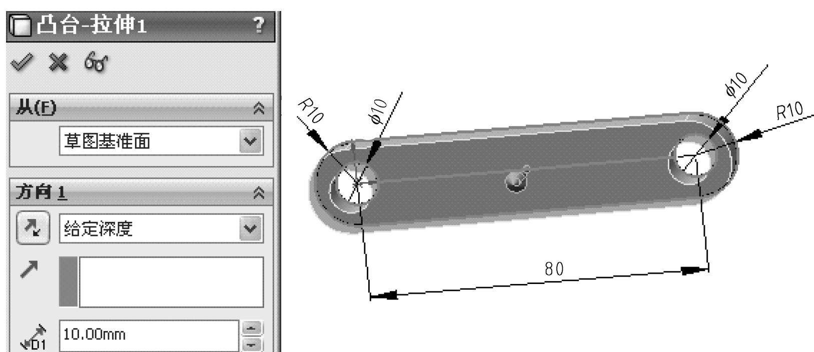



图 6-2　曲柄草图拉伸过程图

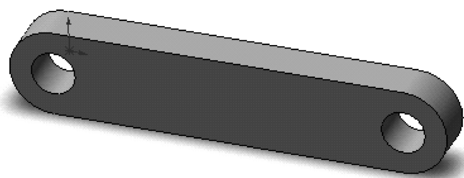


图 6-3　曲柄

3）选择“文件”→“另存为”命令，把文件命名为“曲柄”。

4）同样的造型思路得到如图 6-4 所示的草图，再拉伸可以得到连杆三维实体图，如图 6-5 所示。

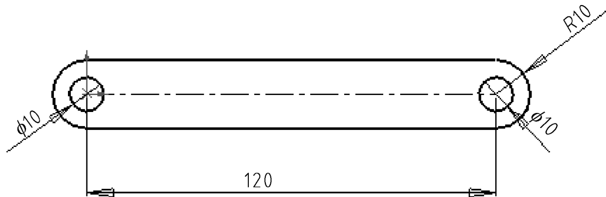



图 6-4　连杆草图

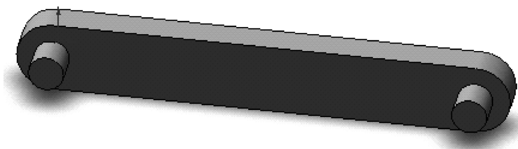


图 6-5　连杆实体图

5）利用对曲柄和连杆的修改可以得到机架长度为 160mm 和摇杆长度为 150mm 的三维实体图，如图 6-6 和图 6-7 所示。

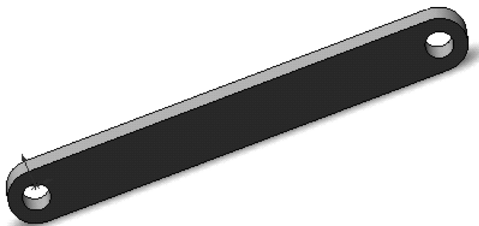


图 6-6　摇杆实体图

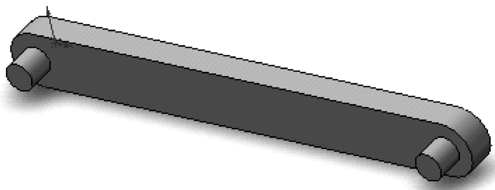


图 6-7　机架实体图

（2）装配体安装。

1）单击标准工具栏上的按钮→→确定。选择菜单→插入→零部件→现有零件/装配体，单击浏览按钮选择曲柄连杆机构文件夹，选择已经做好的零件模型机架。将其放入工作区域，右键单击机架选择浮动按钮，单击旋转的按钮，调整活塞的角度以便于装配，如图 6-8 所示。

2）同样的方法将曲柄加入装配体文件中，选择曲柄的圆柱孔曲面和机架的圆柱柱面，单击配合，选择配合关系同轴心，具体操作如图 6-9 所示。然后再选择机架圆柱体的外端面和曲柄的端面后单击配合，选择配合重合关系，如图 6-10 所示。



图 6-8　加入装配体零件的过程图



图 6-9　同轴心配合条件



图 6-10　面重合的配合关系

3）类似步骤1）加入连杆和摇杆，并按照2）添加其余铰链的配合关系，得到完全定义的装配体，如图6-11所示。

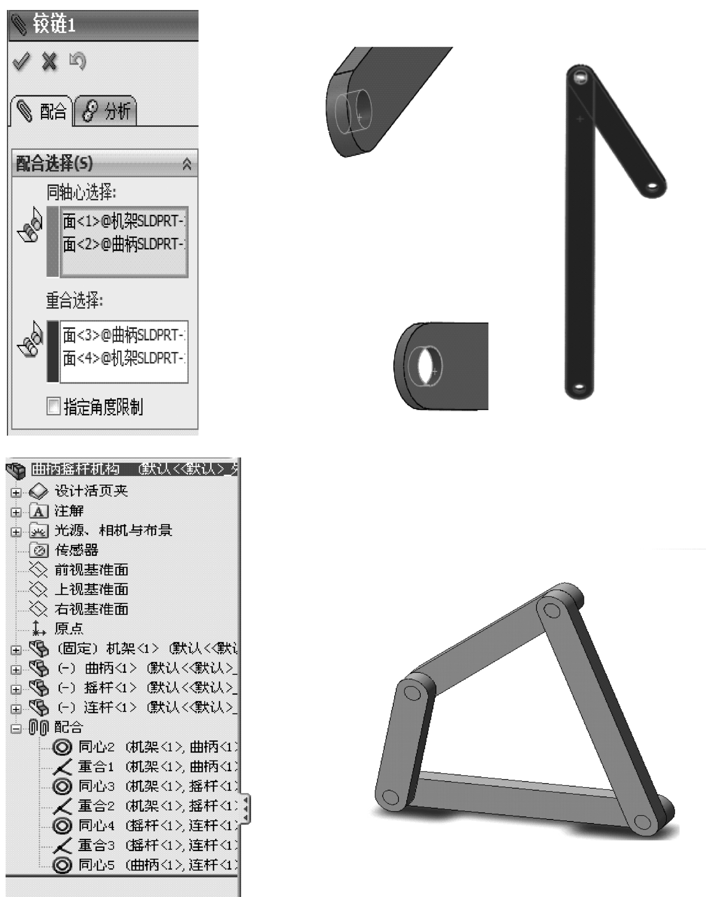



图6-11　完全定义的装配体

（3）连杆和摇杆的速度和加速度的曲线的生成。

1）单击新建运动算例后，屏幕下方此时出现运动算例工作区，如图6-12所示，在算例类型下拉菜单中选择Motion分析，时间设置中选择5秒，如图6-13所示。

2）在MotionManager工具栏中单击马达，弹出马达对话框，在零部件/方向下方选择零件曲柄的面，如图6-14所示。马达将自动加入相同的面以指定方向。马达的运动方式为等速运动，速度设置为60RPM。马达的类型选择为旋转马达。在要移动的零部件区域保持空白，这将确定马达的方向是相对于全局坐标系指定的。单击确定，完成马达参数的设定。

3）单击计算，此时可以看到曲柄滑块机构的仿真动画开始运行，单击停

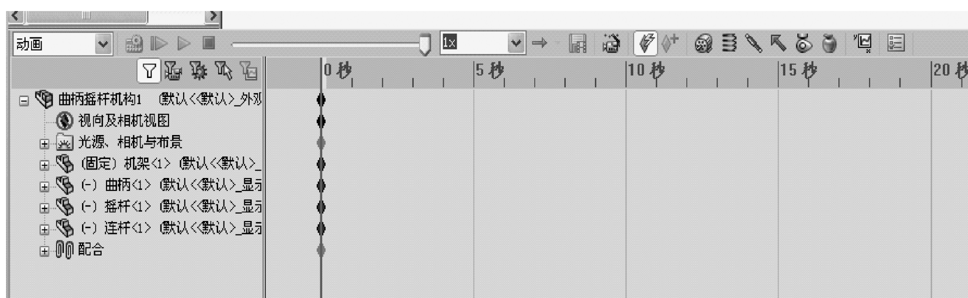



图 6-12　运动算例工作区

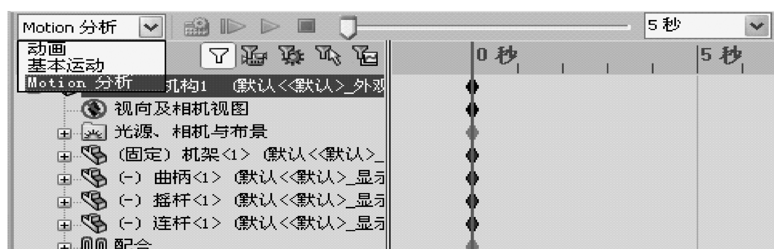



图 6-13　运动算例内容的设置图

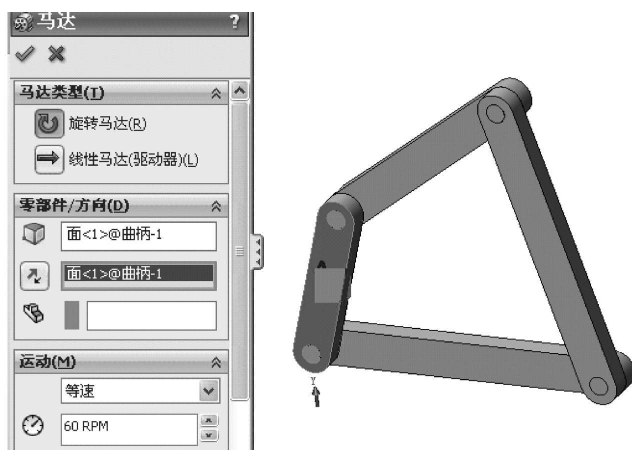



图 6-14　旋转马达的设置

止可以随时停止。

4）单击运动算例的菜单结果和图解项图标，具体过程如图 6-15 所示，在结果属性管理器中填入摇杆面（单击后自动加入）→在选取类别中选择“位移/速度/加速度”→在子类别中选择“角速度”→在选取结果分量中选择“幅值”，设置好后单击确定。

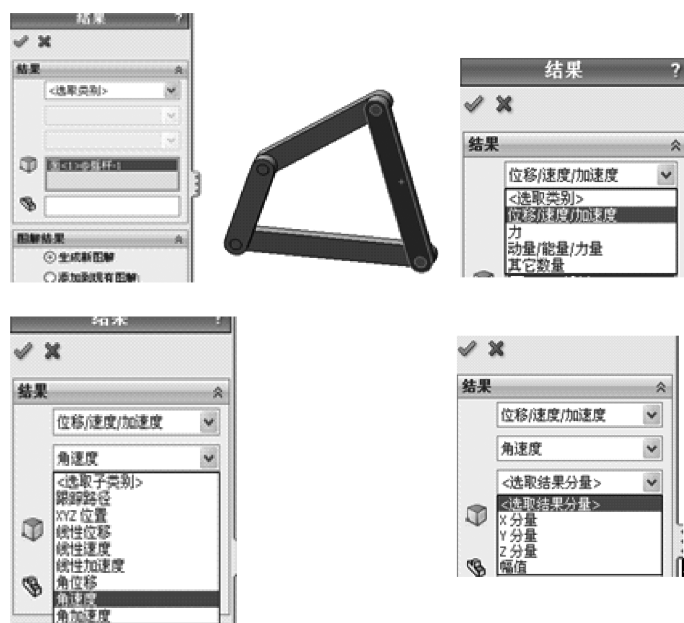



图 6-15　结果属性管理器的设置图

5）最后得到如图 6-16 所示的摇杆角速度幅值图。

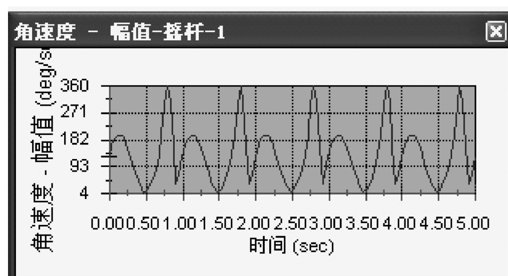



图 6-16　摇杆角速度幅值图

6）通过设置可以得到摇杆的角加速度的幅值，如图 6-17 所示。

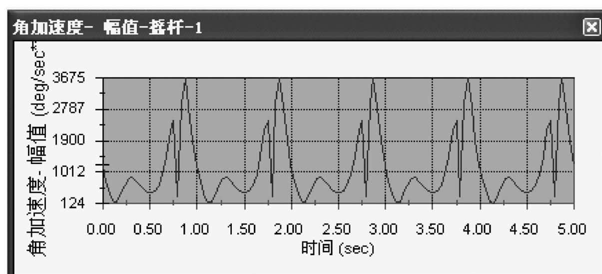



图 6-17　摇杆的角加速度的幅值

7）通过设置可以得到连杆的角速度和角加速度的幅值，如图 6-18 和图 6-19 所示。

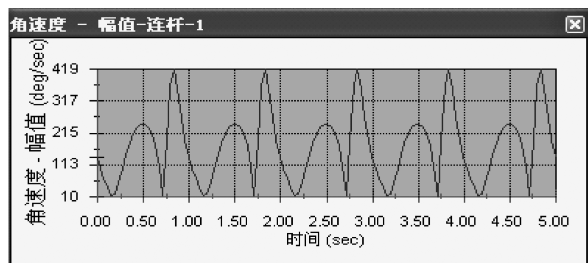



图 6-18　连杆的角速度的幅值

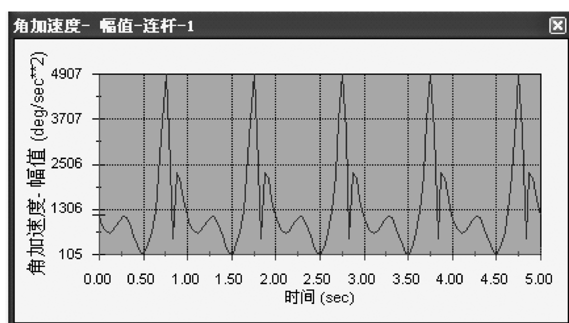



图 6-19　连杆的角加速度的幅值

## 6.2　曲柄滑块机构运动分析

（1）零件造型。

1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮 →“零件”→“确定”。单击 前视基准面 → → →利用草图绘制工具绘制图 6-20，具体过程：绘制中心线 从原点出发并标注长度为 80mm，再利用中心线的两个端点为圆心，利用草图 绘制半径为 5mm 和 10mm 的同心圆各两个，然后绘制半径为 10mm 圆的外公切线，利用剪裁实体 得到如图 6-20 所示的草图后单击重建模型 退出草图绘制。

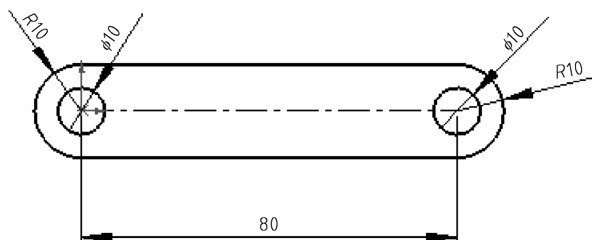



图 6-20　曲柄草图

2）单击“特征”工具栏上的“拉伸凸台/基体”图标按钮，在“凸台-拉伸1”属性管理器和绘图区中进行设置，拉伸深度为10mm，如图6-21所示，单击图标确定，得到如图6-22所示的曲柄。

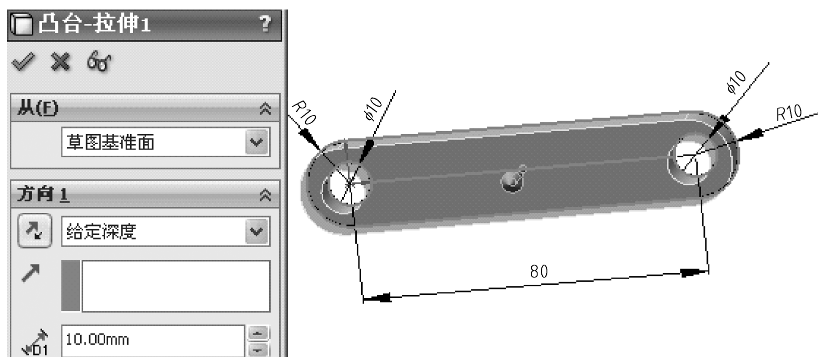



图6-21 曲柄草图拉伸过程图

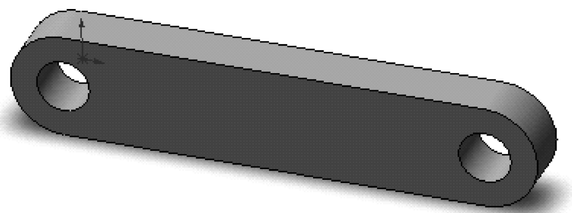


图6-22 曲柄

3）选择“文件”→“另存为”命令，把文件命名为“曲柄”。

4）同样的造型思路得到如图6-23所示的草图，再拉伸可以得到连杆三维实体图，如图6-24所示。

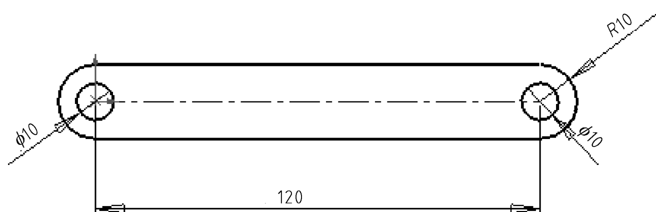



图6-23 连杆草图

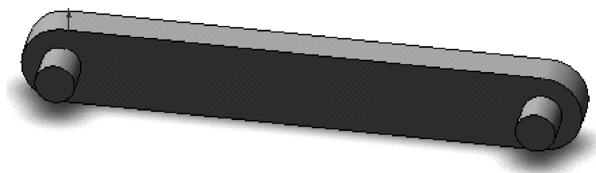


图6-24 连杆实体图

5）利用对曲柄的修改可以得到机架长度为 210mm 的草图，如图 6-25 所示，拉伸后选择前面的面作为绘制草图基准面尺寸，如图 6-26 所示，最后拉伸 10mm，得到如图 6-27 所示的机架。

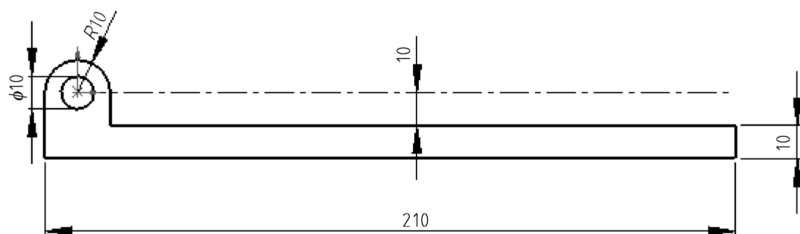



图 6-25　机架草图

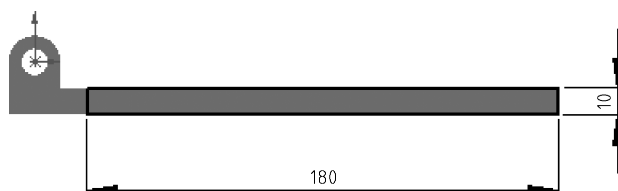



图 6-26　拉伸草图

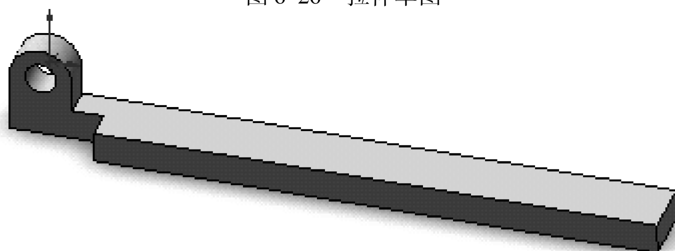


图 6-27　机架三维图

6）选择 前视基准面 →→→利用草图绘制工具绘制如图 6-28 所示的草图，拉伸深度为 10mm，可以得到如图 6-29 所示的滑块。

7）同样可以作圆柱销轴的造型，圆柱的直径为 10mm，长度为 20mm，如图 6-30 所示。

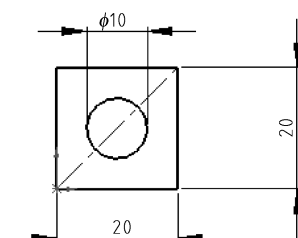



图 6-28　滑块草图

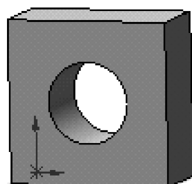


图 6-29　滑块

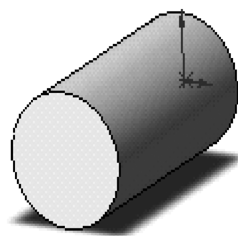


图 6-30　圆柱销轴

（2）装配体安装。

1）单击标准工具栏上的按钮→→确定。选择菜单→插入→零部件→现有零件/装配体，单击浏览按钮选择曲柄连杆机构文件夹，选择已经做好的零件模型机架。将其放入工作区域，右键单击机架选择浮动按钮，单击旋转的按钮，调整机架的角度以便于装配，如图 6-31 所示。

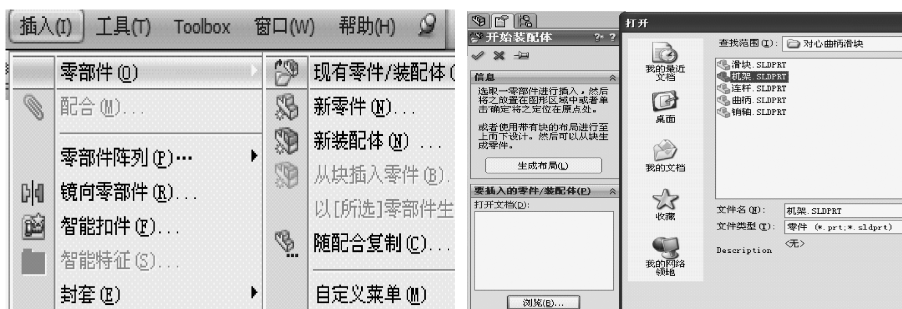



图 6-31　加入装配体零件的过程图

2）同样的方法将曲柄加入装配体文件中，选择曲柄的圆柱孔曲面和机架的圆柱柱面，单击配合，选择配合关系同轴心，具体操作如图 6-32 所示。然后再选择机架的外端面和曲柄的端面后单击配合，选择配合重合关系。

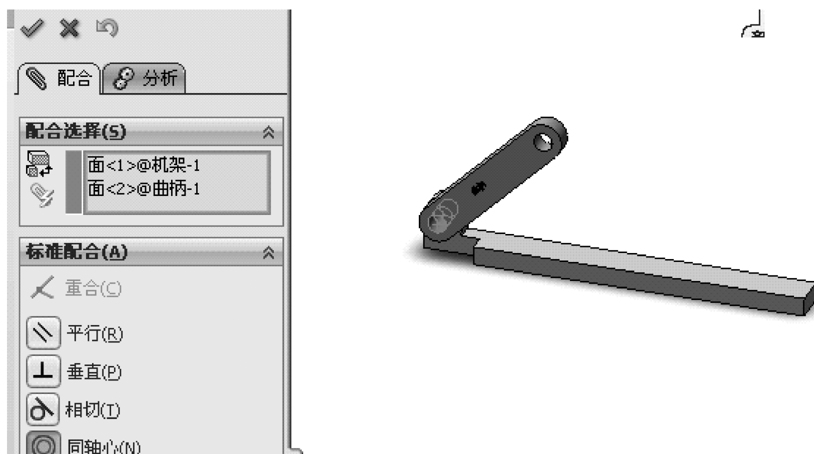



图 6-32　同轴心配合条件

3）类似步骤 1）加入连杆和滑块、销轴并重合，如图 6-33 所示，然后按照步骤 2）添加其余铰链的配合关系得到完全定义的装配体，如图 6-34 所示。

（3）连杆和滑块的速度和加速度的曲线生成。

1）单击新建运动算例后，屏幕下方出现运动算例工作区，如图 6-35 所示，

在算例类型下拉菜单中选择 Motion 分析，时间设置中选择 5 秒，如图 6-36 所示。

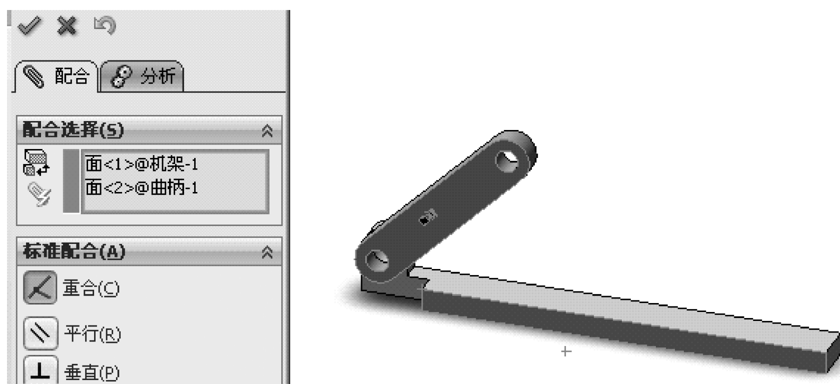



图 6-33　面重合的配合关系

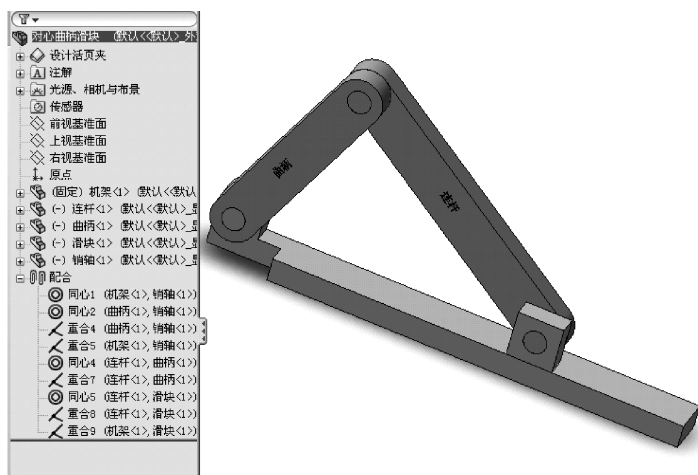



图 6-34　完全定义的装配体

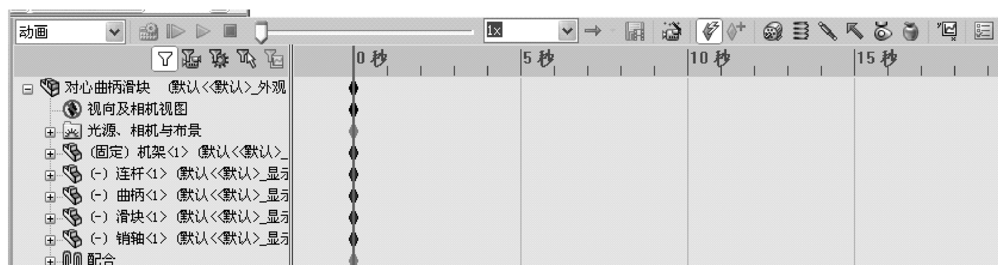



图 6-35　运动算例工作区

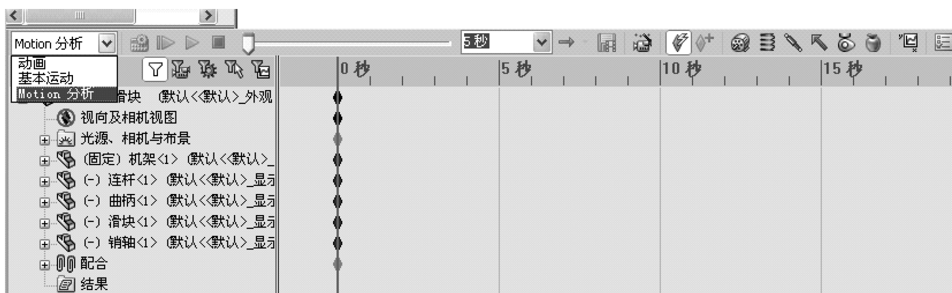



图 6-36　运动算例内容的设置图

2）在 MotionManager 工具栏中单击马达，弹出马达对话框，在零部件/方向下方选择零件曲柄的面，如图 6-37 所示。马达将自动加入相同的面以指定方向。马达的运动方式为等速运动，速度设置为 60RPM。马达的类型选择为旋转马达。在要移动的零部件区域保持空白，这将确定马达的方向是相对于全局坐标系指定的。单击确定，完成马达参数的设定。

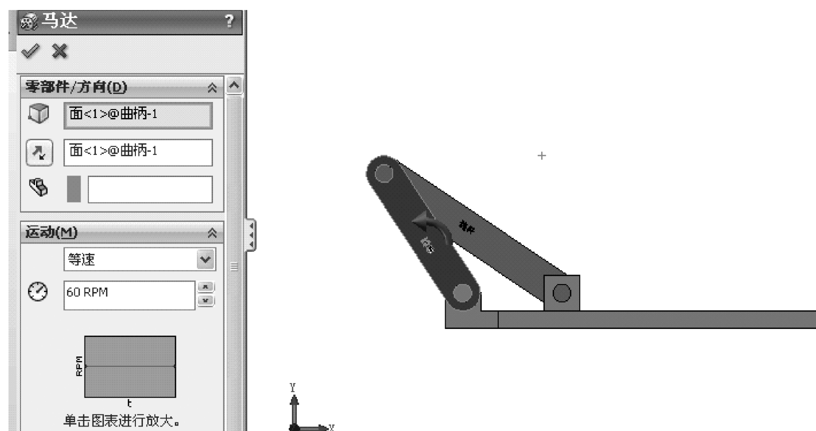



图 6-37　旋转马达的设置

3）单击计算，此时可以看到曲柄滑块机构的仿真动画开始运行，单击停止可以随时停止。

4）单击运动算例的菜单结果和图解项图标，具体过程如图 6-38 所示，在结果属性管理器中填入连杆面（单击后自动加入）→在选取类别中选择“位移/速度/加速度”→在子类别中选择“角速度”→在选取结果分量中选择“幅值”，设置好后单击确定。

5）最后得到如图 6-39 所示的连杆角速度幅值图。

6）通过设置可以得到连杆的角加速度的幅值，如图 6-40 所示。




图 6-38　结果属性管理器的设置图

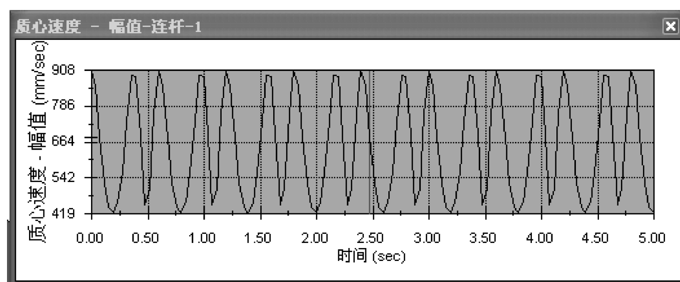



图 6-39　连杆角速度幅值图

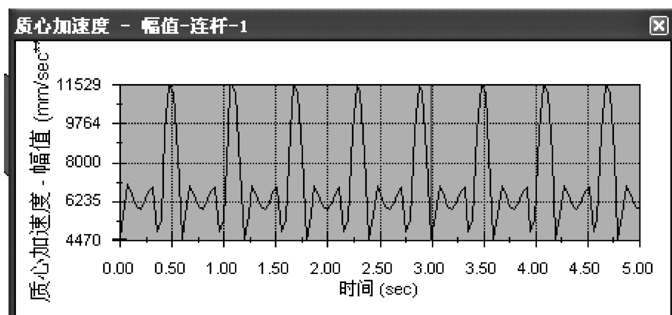



图 6-40　连杆的角加速度的幅值

7）通过设置可以得到滑块的线速度和线加速度的幅值，如图6-41、图6-42所示。

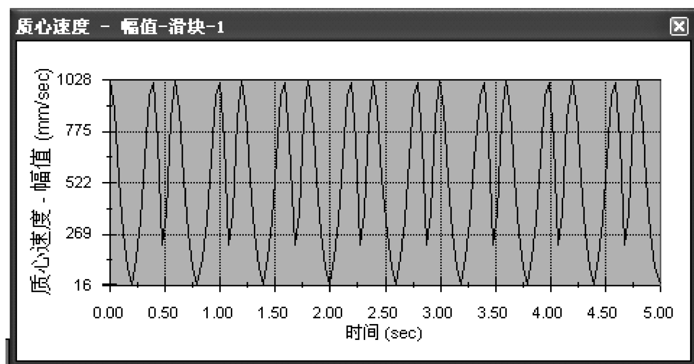



图6-41　滑块的线速度的幅值

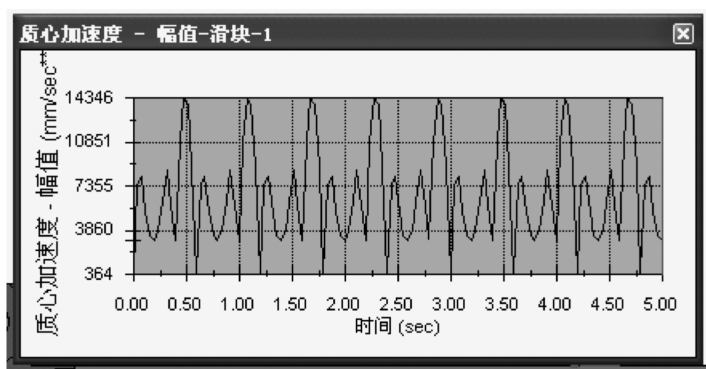



图6-42　滑块的线加速度的幅值

## 6.3　曲柄摇杆机构连杆上的点轨迹跟踪

（1）零件造型。

1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。单击前视基准面→→→利用草图绘制工具绘制图6-43，具体过程：绘制中心线从原点出发并标注长度为80mm，再利用中心线的两个端点为圆心，利用草图绘制半径为5mm和10mm的同心圆各两个，然后绘制半径为10mm圆的外公切线，利用剪裁实体得到如图6-43所示的草图后单击重建模型退出草图绘制。

2）单击“特征”工具栏上的“拉伸凸台/基体”图标按钮，在“凸台-拉伸1”属性管理器和绘图区中进行设置，拉伸深度为10mm，如图6-44所示，单击图标确定，得到如图6-45所示的曲柄。

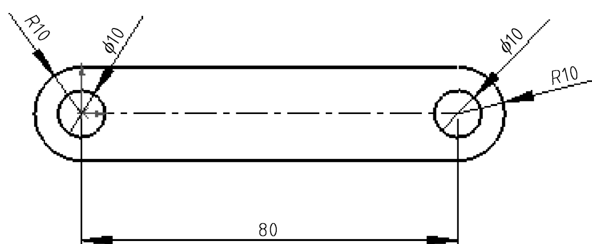



图 6-43　曲柄草图

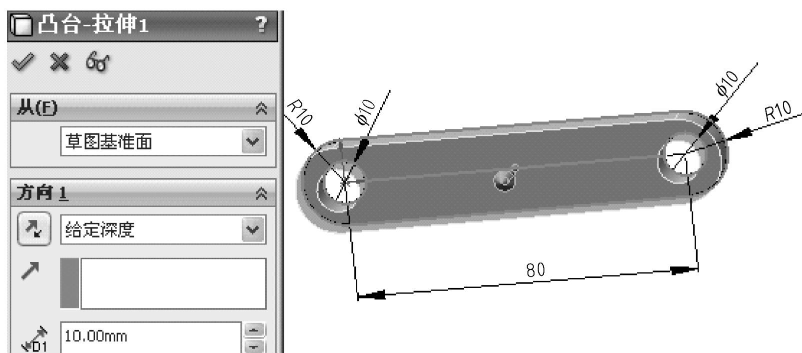



图 6-44　曲柄草图拉伸过程图

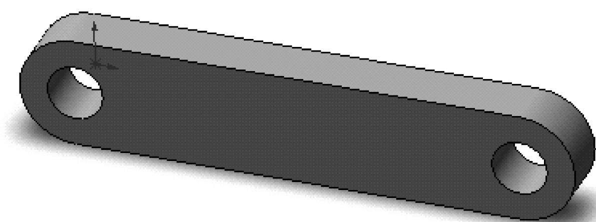


图 6-45　曲柄

3）选择“文件”→“另存为”命令，把文件命名为“曲柄”。

4）同样的造型思路得到如图 6-46 所示的草图，再拉伸可以得到连杆三维实体图，如图 6-47 所示。

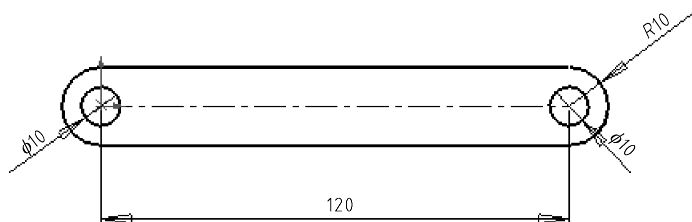



图 6-46　连杆草图

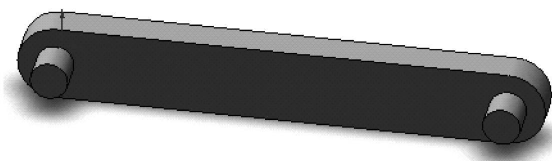


图 6-47　连杆实体图

5）为了方便连杆上不同方位点的轨迹对比，在连杆图 6-46 的三维图的基础上再以前端面为草图绘制基准面，作如图 6-48 所示的草图，并对各点进行标注，分别为 A、B、C、D、E、F、G、H、K、M、N 点。

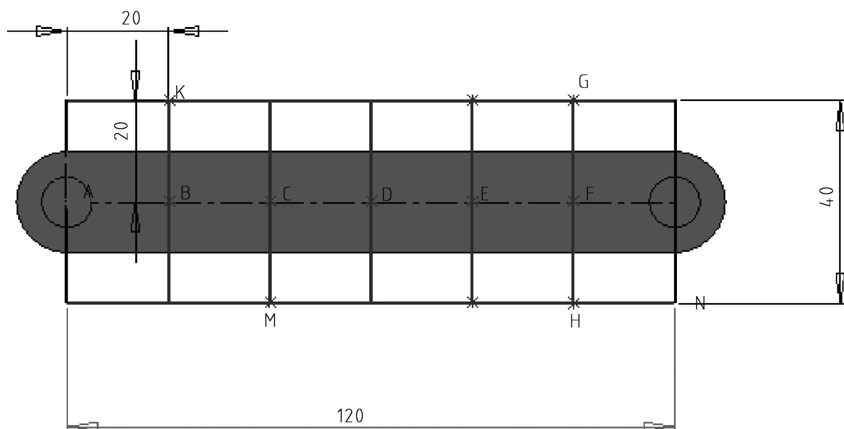



图 6-48　连杆轨迹点位置草图

6）利用对曲柄和连杆的修改可以得到机架长度为 160mm 和摇杆长度为 150mm 的三维实体图，如图 6-49 和图 6-50 所示。

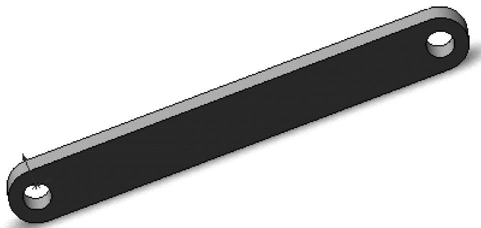


图 6-49　摇杆实体图

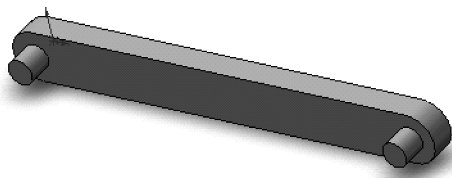


图 6-50　机架实体图

（2）装配体安装。

1）单击标准工具栏上的按钮□→□→“确定”。选择菜单→插入→零部件→现有零件/装配体，单击“浏览”按钮选择曲柄连杆机构文件夹，选择已经做好的零件模型机架。将其放入工作区域，右键单击机架选择浮动按钮，单击旋转的按

钮，调整活塞的角度以便于装配，如图 6-51 所示。




图 6-51　加入装配体零件的过程图

2）用同样的方法将曲柄加入装配体文件中，选择曲柄的圆柱孔曲面和机架的圆柱柱面，单击配合，选择配合关系同轴心，具体操作如图 6-52 所示。然后再选择机架圆柱体的外端面和曲柄的端面后单击配合，选择配合重合关系，如图 6-53 所示。




图 6-52　同轴心配合条件

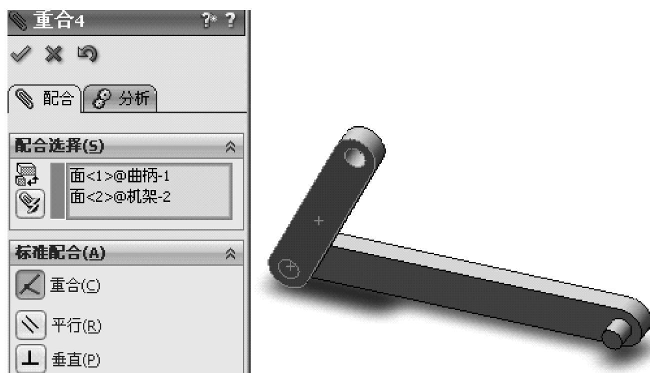



图 6-53　面重合的配合关系

3）类似步骤 1）加入连杆和摇杆，并按照步骤 2）添加其余铰链的配合关系，得到完全定义的装配体，如图 6-54 所示。

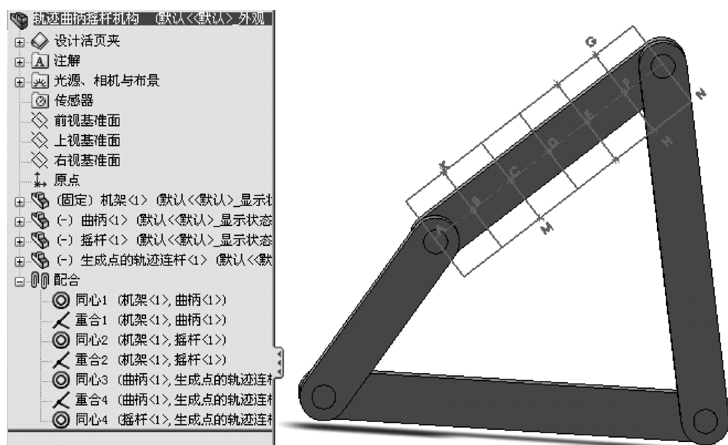



图 6-54　完全定义的装配体

4）为了使各点看上去清晰，转换装配体为“显示样式”→“消除隐藏线”显示方式，如图 6-55 所示。

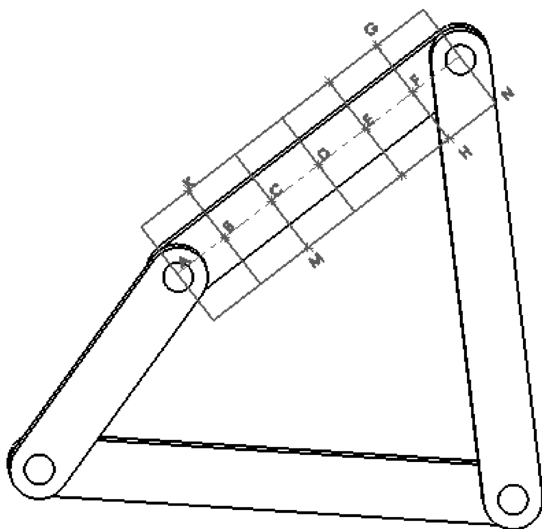


图 6-55　转配体消除隐藏线显示

（3）连杆上各点轨迹的跟踪。

1）单击新建运动算例后，屏幕下方出现运动算例工作区，如图 6-56 所示，在算例类型下拉菜单中选择 Motion 分析，时间设置中选择 5 秒，如图 6-57 所示。

2）在 MotionManager 工具栏中单击马达，弹出马达对话框，在零部件/方

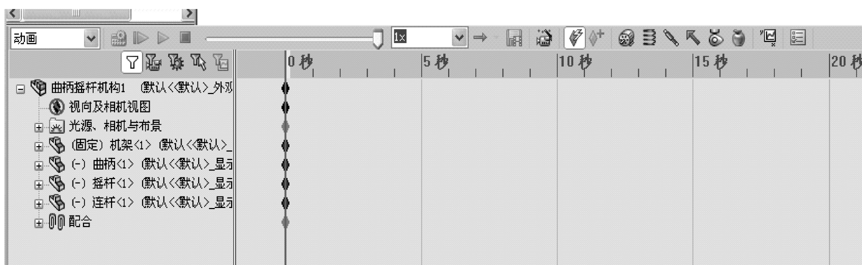



图 6-56　运动算例工作区

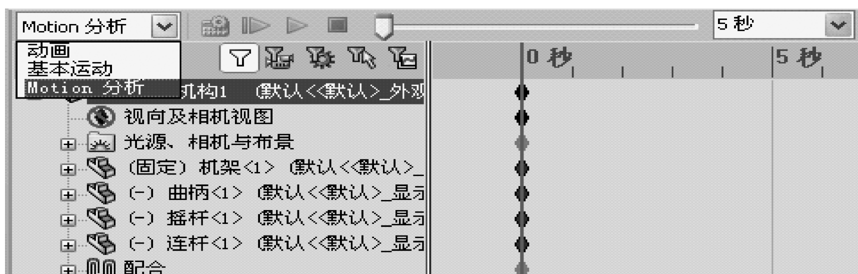



图 6-57　运动算例内容的设置图

向下方选择零件曲柄的面，如图 6-58 所示。马达将自动加入相同的面以指定方向。马达的运动方式为等速运动，速度设置为 60RPM。马达的类型选择为旋转马达。在要移动的零部件区域保持空白，这将确定马达的方向是相对于全局坐标系指定的。单击✔确定，完成马达参数的设定。

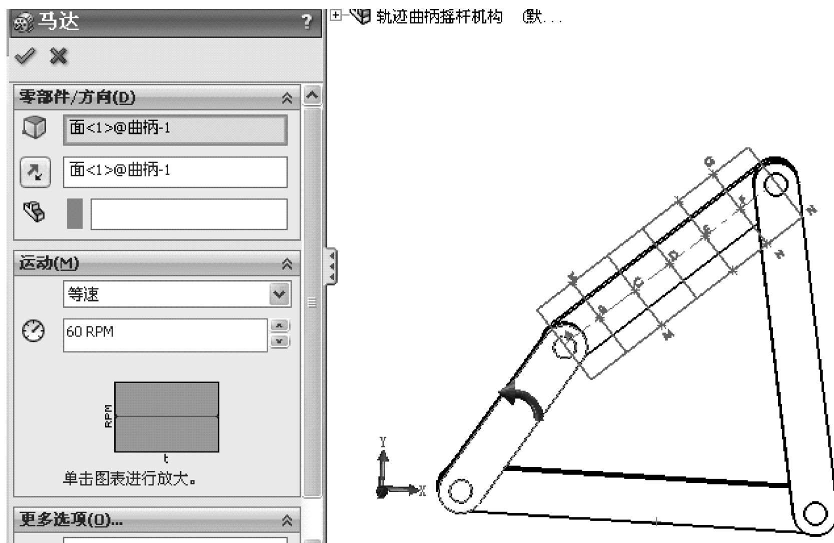



图 6-58　旋转马达的设置

3）单击计算，此时可以看到曲柄摇杆机构的仿真动画开始运行，单击停止可以随时停止。

4）单击运动算例的菜单结果和图解项图标，具体过程如图6-59所示，在结果属性管理器中填入连杆面（单击后自动加入）→在选取类别中选择“位移/速度/加速度”→在子类别中选择“跟踪路径”→单击连杆上的A点，设置好后单击确定。

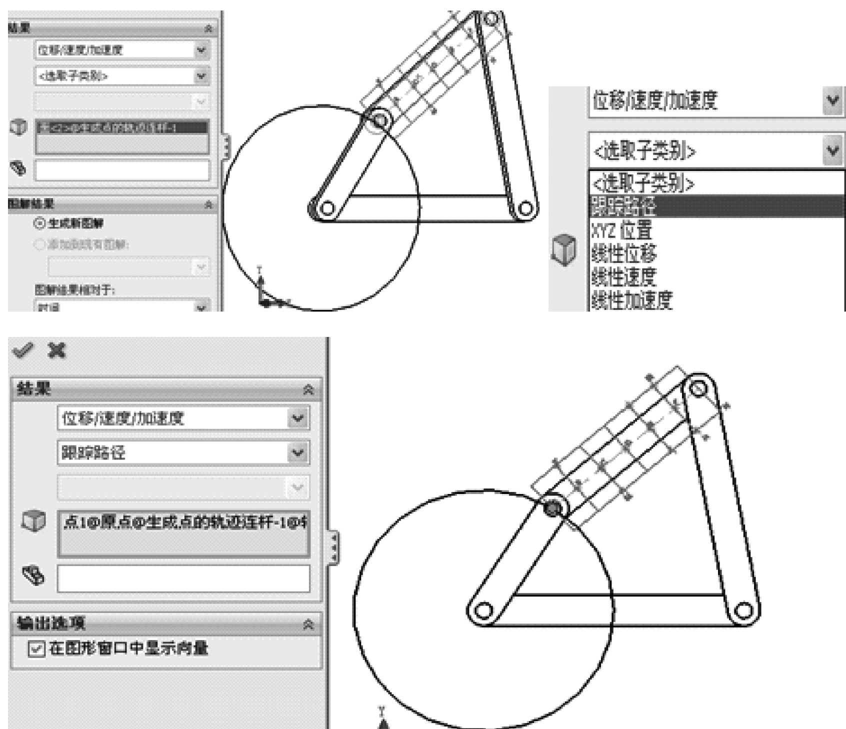



图6-59　结果属性管理器的设置图

5）最后得到A点的轨迹图为圆，如图6-59所示。

6）单击Motion菜单“结果与图解”后，弹出结果属性管理器对话框，类似于步骤4）的操作，不同的是单击B点得到的轨迹如图6-60所示。

7）同样方法可以得到其他各点的轨迹，如图6-61～图6-68所示。

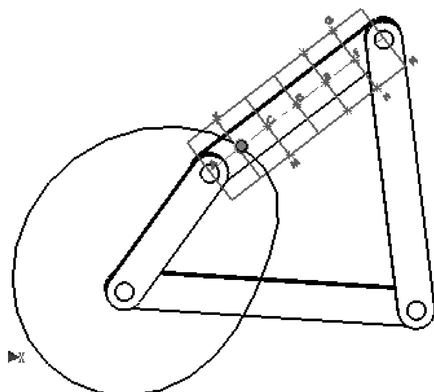


图6-60　B点的轨迹图

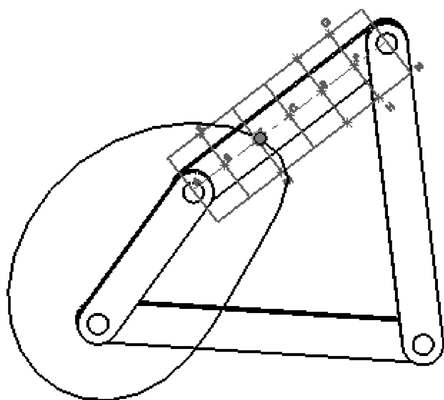


图 6-61　C 点的轨迹

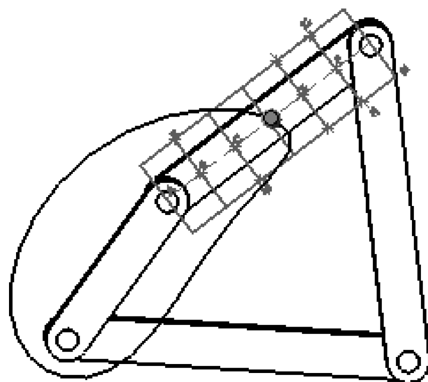


图 6-62　D 点的轨迹

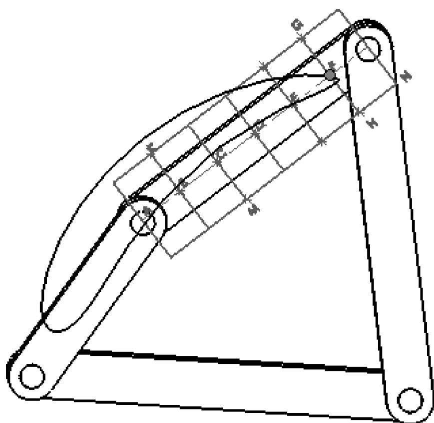


图 6-63　F 点的轨迹

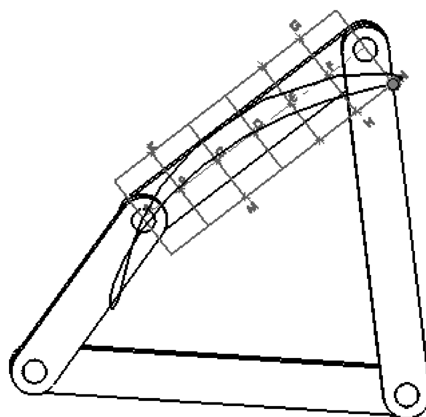


图 6-64　N 点的轨迹

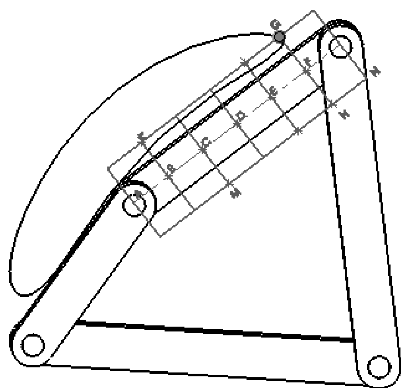


图 6-65　G 点的轨迹

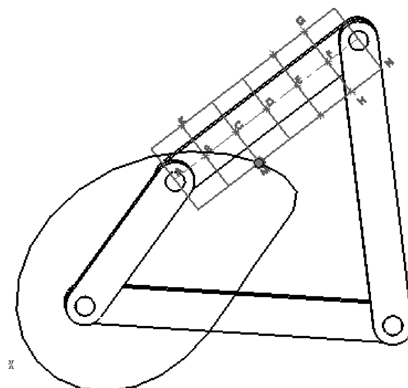


图 6-66　M 点的轨迹

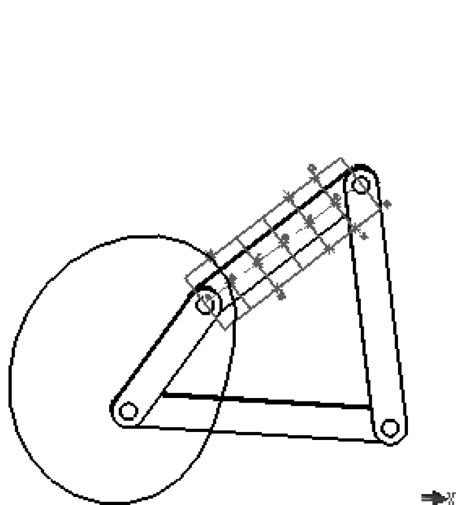


图 6-67　K 点的轨迹

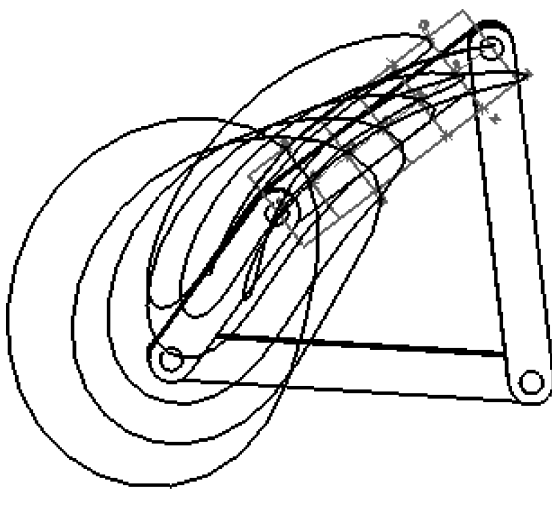


图 6-68　连杆各点的轨迹合成图

## 6.4　梁的优化和分析

一悬臂梁的长度 $L=4\text{m}$、线性载荷 $q=10\text{kN/m}$，梁的截面为矩形，长宽之比为 3∶2 且长度为 300mm，梁的材料为合金钢，$E=2.1\times10^{11}\text{N/m}^2$，泊松比 $\mu=0.28$。

（1）单击标准工具栏上的“新建”图标按钮→“零件”→“确定”。

（2）单击 前视基准面→→→，绘制矩形，然后利用智能尺寸命令标注，长为 300mm，宽为 200mm，并通过工具→方程式→编辑，宽等于三分子二倍的长，如图 6-69 所示。

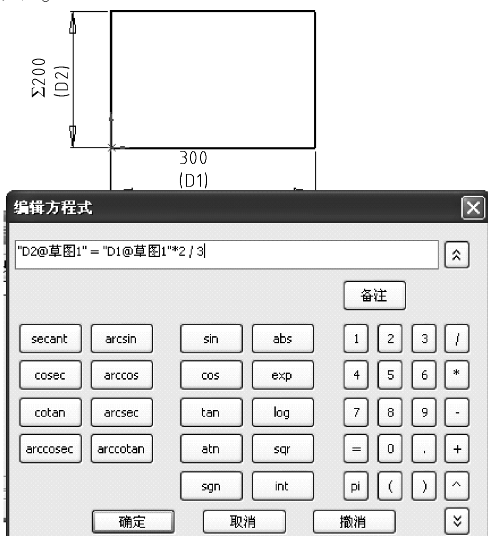



图 6-69　编辑长和宽的几何关系

（3）单击特征凸台-拉伸命令，在特征属性对话框中的深度填入4000mm，单击“确定”图标按钮，得到梁的三维模型图。

（4）单击菜单工具→SimulationXpress 后界面的右侧出现如图 6-70 所示的欢迎使用 SolidWorks SimulationXpress 对话框，单击对话框中的下一步，进入约束的添加阶段，单击“添加夹具”把梁的左侧端面固定，如图 6-71 所示。

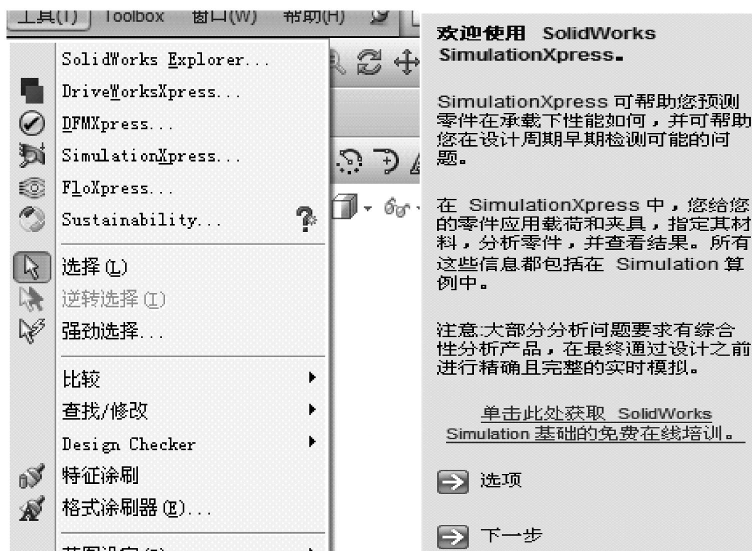



图 6-70　Simulation Xpress 的调用过程图

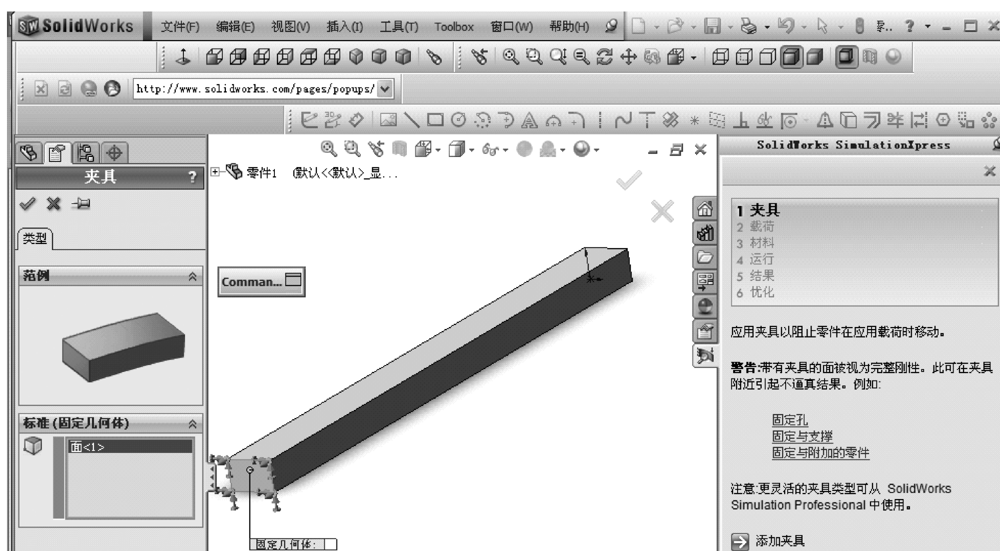



图 6-71　约束面的添加过程

（5）单击下一步添加载荷，在弹出的力的属性管理器中，面选择梁的上表面、力的大小填入10000N，如图6-72所示，单击“确定”图标按钮✓。

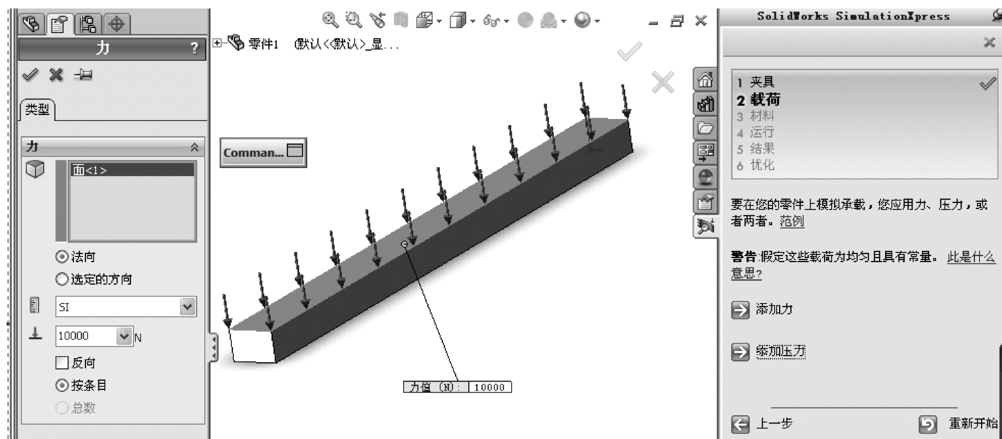



图6-72　载荷的添加

（6）进行材料的选择，单击选择材料 选择材料 弹出软件的材料库，选择合金钢后单击“应用”后再单击关闭，如图6-73所示。




图6-73　材料的添加

（7）选定材料后，单击 SimulationXpress 菜单中的运行模拟 运行模拟，此时界面弹出如图 6-74 所示的等待提示的对话框，不做任何处理程序自动运行，直到屏幕出现梁的振动动画，如图 6-75 所示，同时屏幕右侧出现分析特征树的结果分支后，单击菜单的停止动画，选中 Stress (-vonMises-) 单击右键可以显示应力云图，选中 Displacement (-合位移-) 单击右键可以显示合位移云图，如图 6-76 所示。

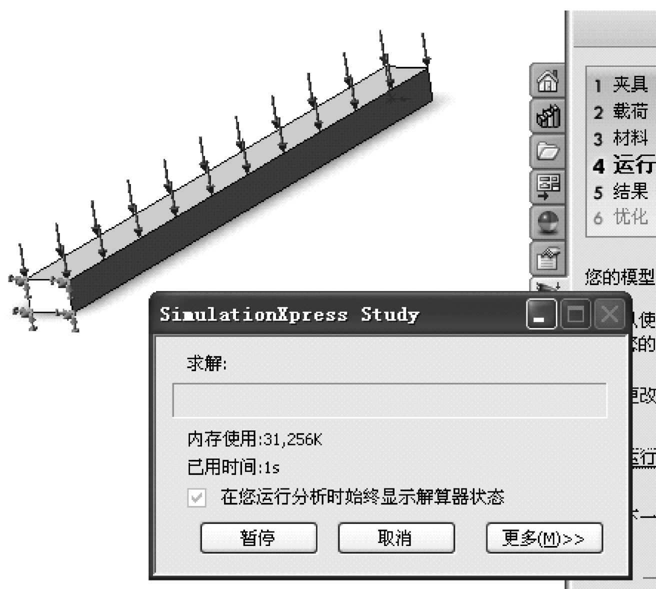



图 6-74　分析过程图

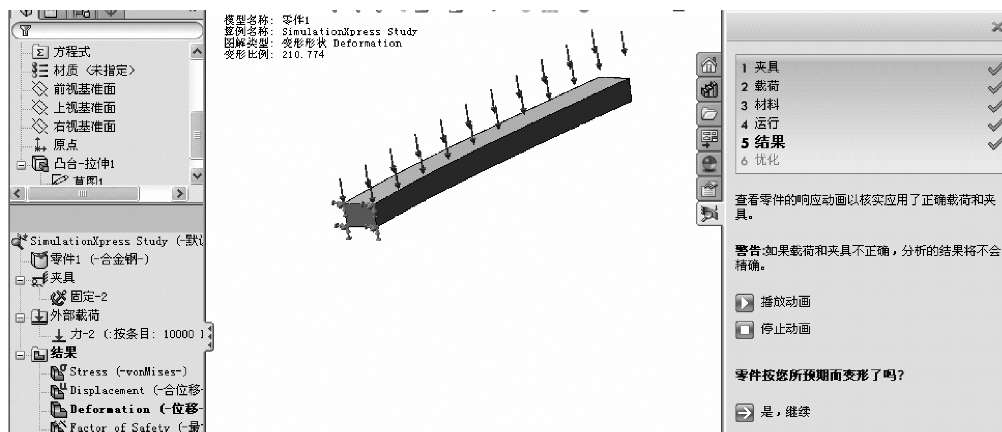



图 6-75　分析结果图

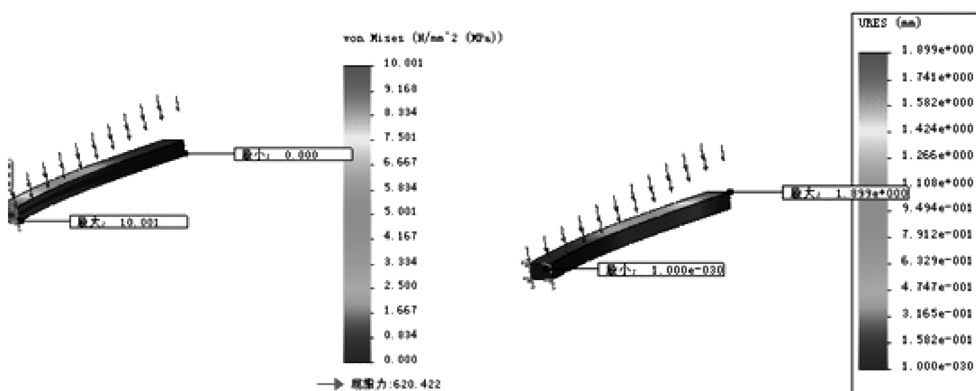



图 6-76　应力和合位移云图

（8）单击分析对话框中的“6 优化” **6 优化** 弹出选择优化尺寸的对话框，选择 300 作为优化的尺寸，如图 6-77 所示。变化范围为［100，500］，最小安全系数为 5，如图 6-78 所示。单击运行进行优化结果得到安全系数为 8.06，截面的长度为 150mm，体积减小为原来的近一半，如图 6-79 所示。




图 6-77　优化模型尺寸的选择

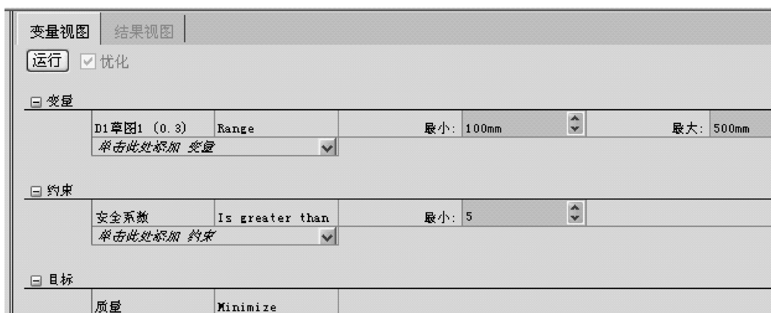



图 6-78　约束条件的添加

| Optimal |
| --- |
| 150mm |
| 8.068502 |

图 6-79　优化结果图

# 参 考 文 献

[1] 李震，杨建鸣．机械三维建模教程—SolidWorks 与 Solid Edge 应用［M］．北京：机械工业出版社，2011．
[2] 胡仁喜．SolidWorks 2007 中文版标准教程［M］．北京：科学出版社，2007．
[3] 江洪，郦祥林，黄治政．SolidWorks 建模实例解析［M］．北京：机械工业出版社，2005．
[4] 崔凤奎，等．SolidWorks 机械设计［M］．北京：机械工业出版社，2007．
[5] 江洪，魏峥，周鲜华，等．SolidWorks 2005 基础教程［M］．北京：机械工业出版社，2005．
[6] 胡仁喜，郭军，许艳君，等．SolidWorks 2005 机械设计及实例解析［M］．北京：机械工业出版社，2005．
[7] 陈桂铨，郭智勇．SolidWorks 2000 实作与应用［M］．北京：中国水利水电出版社，2001．
[8] 蓝汝铭．SolidWorks 2005 机械设计基础教程［M］．西安：西安电子科技大学出版社，2006．
[9] 张锁怀．SolidWorks 2004 基础及应用［M］．北京：化学工业出版社，2004．
[10] 张晋西，郭学琴．SolidWorks 及 COSMOSMotion 机械仿真设计［M］．北京：清华大学出版社，2007．

# SolidWorks
## SHANGJI SHIJIAN JINGDIAN 40LI



地址：北京市百万庄大街22号
邮政编码：100037
电话服务
社服务中心：010-88361066
销售一部：010-68326294
销售二部：010-88379649
读者购书热线：010-88379203
网络服务
教材网：http://www.cmpedu.com
机工官网：http://www.cmpbook.com
机工官博：http://weibo.com/cmp1952
封面无防伪标均为盗版

上架指导 工业技术／机械工程 ／工程软件

ISBN 978-7-111-46352-8
ISBN 978-7-89405-349-7(光盘号)

策划编辑◎黄丽梅 ／封面设计◎马精明

ISBN 978-7-111-46352-8



定价：32.00元(含1CD)